

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



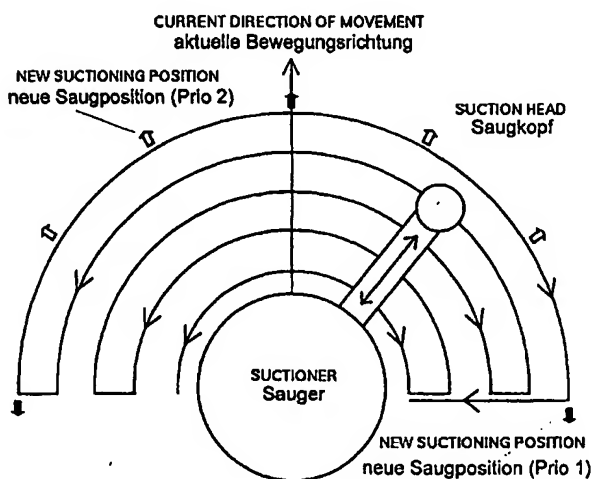
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <p style="text-align: center;"><b>A47L 11/40</b></p>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/07492</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Februar 2000 (17.02.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02276  (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Juli 1999 (22.07.99)  (30) Prioritätsdaten: 198 36 093.2      31. Juli 1998 (31.07.98)      DE 199 16 427.4      7. April 1999 (07.04.99)      DE  (71)(72) Anmelder und Erfinder: SOMMER, Volker [DE/DE]; Schwabstedter Weg 6, D-13503 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: HOUSEHOLD ROBOT FOR THE AUTOMATIC SUCTION OF DUST FROM THE FLOOR SURFACES

(54) Bezeichnung: HAUSHALTSROBOTER ZUM AUTOMATISCHEN STAUBSAUGEN VON BODENFLÄCHEN

(57) Abstract

The present invention is used for the complete and fully automatic examination of floor surfaces of all kind as well as for a particularly efficient suction of dust therefrom since the lower areas, the edges and the recesses can be detected. In each case, the robot is controlled so as to explore the adjacent area and to detect the potential obstacles using special sensors before storing them in a data field. The displacement towards a new location is then carried out using the stored data until the whole accessible surface has been covered. One of the main constituent members of the robot consists of an extensible arm that rests on the robot and on which contact and range sensors are arranged. When the robot is used as an automatic vacuum cleaner, an air flow is forced into the robot arm and the cleaning effect can further be enhanced by providing one or more circular rotary brushes at the front end of the arm. This invention can essentially be used for domestic or industrial cleaning purposes with a view to replace traditional vacuum cleaners.



#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung ermöglicht es, beliebige Bodenflächen völlig selbsttätig und vollständig abzutasten und dabei insbesondere effektiv zu saugen, wobei auch niedrige Bereiche, Kanten und Nischen erfasst werden. Der Roboter wird so gesteuert, dass jeweils der Nahbereich abgetastet wird, wobei Hindernisse durch spezielle Sensoren detektiert und in einem Datenfeld gespeichert werden. Anschliessend erfolgt mittels der gespeicherten Daten die Bewegung auf eine neue Position, solange bis die gesamte zugängliche Fläche überstrichen wurde. Wesentliches Konstruktionselement des Roboters ist ein ausfahrbarer Arm, der den Roboter abstützt und an dem Kontakt- und Abstandssensoren angeordnet sind. Im Einsatz als automatischer Staubsauger wird im Arm des Roboters der Luftstrom geführt, wobei die Reinigungswirkung durch eine oder mehrere rotierende Tellerbürste(n) am vorderen Ende des Armes zusätzlich gesteigert werden kann. Die Erfindung kann insbesondere für private aber auch für gewerbliche Reinigungszwecke alternativ zu herkömmlichen Bodenstaubsaugern eingesetzt werden.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Haushaltsroboter zum automatischen Staubsaugen von Bodenflächen

### Stand der Technik

Die heutigen kommerziellen Haushaltsstaubsauger ähneln in Funktionsweise und Handhabung prinzipiell ihren Vorläufern von Anfang des Jahrhunderts, wenn auch in  
5 den Bereichen Saugleistungsoptimierung, Lärmerzeugung sowie Luftfilterung kontinuierliche Verbesserungen im Verlauf der Jahrzehnte erzielt werden konnten. Die verschiedenen auf dem Markt befindlichen Modelle unterscheiden sich dabei neben ihrem Design im wesentlichen in der Motorstärke, die teilweise elektronisch geregelt werden kann, der Geräuschdämmung sowie ihrer Filtergüte.  
10

Der klassische Bodenstaubsauger besteht aus einem auf Rollen gelagerten Motorblock, an den über einen Schlauch verschiedene Düsenformen angeschlossen werden können. Für das Saugen von Fußböden wird hierfür im allgemeinen eine an einem Teleskopstiel befestigte starre Düsenform, die das Saugen eines etwa 20 cm  
15 breiten Streifen ermöglicht, verwendet. Alternativ kann der Motorblock auch in den Teleskopstiel integriert sein. Für glatte Böden ist bei den meisten Modellen eine kurze Bürste integriert, die über einen Tret- bzw. Handschalter aus der Düse herausgeschoben werden kann. Zusätzlich kann bei einigen Modellen eine Düse mit horizontal rotierender Bürste verwendet werden, um die Reinigungswirkung zu erhöhen  
20 (Klopfsaugen). Der Antrieb dieser Bürste erfolgt entweder elektrisch oder indirekt über den Luftstrom.

Zur Erhöhung der Reinigungswirkung speziell für die Anwendung bei Kehrmaschinen wird eine Anordnung von mehreren Tellerbürsten, die über ein Planetengetriebe in Mehrfachrotation versetzt werden, in der deutschen Patentschrift 1057154 beschrieben. Ebenfalls bereits von Kehrmaschinen bekannt sind zwei fest installierte Tellerbürsten an den vorderen beiden Ecken, die der automatische Staubsauger in DE 43  
25 07 125 A1 aufweist, um Schmutz im unmittelbaren Seitenbereich des Sauger vor eine starr installierte Saugdüse zu befördern.

In der deutschen Offenlegungsschrift DE-OS 21 01 659 wird ein Staubsauger mit einem teleskopartig ausfahrbaren Saugarm, der einen kreisrunden Querschnitt aufweist, beschrieben, an dessen Ende die Saugdüse befestigt ist. Der Sauger ist nicht mobil, sondern kann sich lediglich über ein quer angebrachtes Steuerrad in einem gewissen Winkelbereich drehen. Sensoren sind nicht vorhanden, lediglich die Seiten der Saugdüse sind über einen Federmechanismus drehbar gelagert, um Hindernissen ausweichen zu können.

In der britischen Patenschrift GB 20 38 615 A ist ein ferngesteuerter Sauger mit kreisrunder Grundfläche auf drei Rädern, von denen zwei angetrieben sind, dargestellt, bei dem die starre Saugdüse unterhalb der Saugergrundfläche angebracht ist. Ein Steuerverfahren sowie Sensoren werden allerdings nicht angegeben.

Das Patent US 50 95 577 beschreibt einen selbstfahrenden Staubsauger, bei dem die Saugdüse am Ende eines auf einer Trommel aufgerollten Saugschlauches befestigt ist und mit diesem ausgefahren werden kann. Durch mechanische Sensoren und Steuerelemente ist dieses Gerät in der Lage, einem Wandverlauf zu folgen und hierbei die Saugdüse ein- und auszufahren.

Derselbe Mechanismus, jedoch zum Ausfahren einer oder zweier Saugdüsen quer zu Fahrtrichtung, wird im Patent US 51 99 996 dargestellt, wobei allerdings der Staubsauger nur auf parallelen und hierzu senkrechten Bahnen bewegt wird.

Einen weiteres Steuerverfahren für einen automatischen Staubsauger zeigt die Patentschrift DE 43 40 771 A1, bei dem der Sauger entlang der inneren Kontur einer zu reinigenden Fläche geführt wird und hierbei die Konturen der zu reinigenden Fläche erfaßt. Dann vergleicht ein Mikroprozessor den Zuschnitt des Raumes mit zuvor gespeicherten Konturen, um das entsprechende Reinigungsprogramm auszuwählen. Für die Orientierung wird neben optischen und Ultraschall-Sensoren auf der Oberseite des Saugers ein Magnetfeldsensor verwendet, um die Richtung zu bestimmen.

In EP 01 42 594 B1 sowie DE 43 07 125 A1 wird ein ähnliches Steuerverfahren beschrieben, allerdings mit der zusätzlichen Funktion, daß der Sauger selbständig nach einem Umlauf zur Bestimmung der Konturen der zu reinigenden Fläche parallele Reinigungsbahnen plant und ausführt, ohne daß zuvor ein Reinigungsprogramm für einen bestimmten Raum gespeichert werden müßte.

Die Offenlegungsschrift DE 196 14 916 A1 beschreibt einen automatisch arbeitenden Fahrroboter, dessen Orientierung im wesentlichen auf der stereoskopischen

Auswertung der Bilddaten von zwei Videokameras beruht. Ein konkretes Steuerverfahren wird allerdings nicht angegeben.

Zusätzlich zu den bisher angeführten deterministischen Steuerverfahren ist auf der Messe „DOMOTECHNICA 99“ ein selbständig arbeitender Staubsauger vorgestellt worden, der im wesentlichen stochastisch gesteuert wird. Hierbei fährt der Sauger solange in eine bestimmte Richtung, bis ein Hindernis, das durch Sensoren detektiert wird, seinen Weg blockiert. Der Sauger dreht sich dann von dem Hindernis weg und setzt seinen Weg in eine beliebige andere Richtung fort, bis wiederum ein Hindernis eine Kursänderung erzwingt, und so weiter.

## 10 Problemstellung

Trotz der über die Jahrzehnte erzielten Optimierung in einzelnen Bereichen bleibt Staubsaugen mit den heute zur Verfügung stehenden manuellen Vorrichtungen eine zeitaufwendige und anstrengende Hausarbeit, da häufiges Bücken, u.U. das Verrücken von Gegenständen sowie teilweise kräftiges Reiben der Saugdüse erforderlich sind. Hinzu kommt, daß aufgrund der unflexiblen Bodensaugdüsen Beschädigungen an empfindlichen Möbeln auftreten können und daß beim Übergang von glatten zu mit Teppich belegten Flächen jedesmal manuell die Saugdüse umgeschaltet werden muß, um optimale Saugwirkung zu erzielen. Falls Engstellen zu saugen sind, muß sogar umständlich die Saugdüse ausgewechselt werden.

20 Die bekannten Steuerverfahren für selbsttätig arbeitende Staubsauger weisen folgende Nachteile auf:

Steuerverfahren, die eine manuelle Vorgabe der Wegführung erfordern, sind zu aufwendig und sehr unflexibel, da sich gerade im Haushalt durch das Verrücken von Gegenständen die zu saugende Bodenfläche ständig ändert.

25 Steuerverfahren, die vor Beginn des eigentlichen Saugvorganges selbständig die Außenkonturen der zu saugenden Fläche selbständig ermitteln und mit dieser Information ihre Reinigungsbahnen festlegen, sind überfordert, falls viele Hindernisse, wie z. B. Möbel, zu ständigen Ausweichmanövern zwingen. Außerdem dauert es aufgrund der Randabtastung relativ lange, bis der eigentliche Saugvorgang beginnt und das Verfahren funktioniert nur in abgeschlossenen Raumbereichen. Darüber-

30

hinaus ist es nicht möglich, einen bestimmten Startpunkt für den Sauger vorzugeben, von dem aus der Reinigungsvorgang beginnen soll.

Rein stochastische Steuerverfahren arbeiten ebenfalls unbefriedigend, da bestimmte Flächen sehr häufig überstrichen werden, während andere Bereiche selten oder gar nicht gereinigt werden, wodurch eine ungleichmäßige Reinigung erzielt wird. Der Saugvorgang dauert außerdem sehr lange und es existiert kein Abbruchkriterium.

Die mit obigen Verfahren gesteuerten selbstfahrenden Staubsauger sind aus folgenden Gründen nicht als Ersatz manueller Staubsauger geeignet:

Leistungsstarke Staubsauger weisen eine sperrige Bauform auf und sind deshalb in engen Räumen nicht einsatzfähig, auch weil Beschädigungen an empfindlichen Gegenständen nicht ausgeschlossen werden können. Außerdem werden neben aufwendigen Antrieben zahlreiche und komplizierte Sensoren eingesetzt, wodurch die Geräte anfällig und sehr teuer sind. Zur Verbesserung der Erreichbarkeit wurden in jüngster Zeit flache Geräte mit kreisförmiger Grundfläche entwickelt. Hierdurch wird allerdings die mögliche Akkugröße und damit die Reichweite und die Saugleistung begrenzt, und dennoch können viele Bereiche in Ecken und Nischen sowie an Möbelkanten nicht gereinigt werden, da sie für den Sauger nicht zugänglich sind.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein flexibles Steuerverfahren zur Verfügung zu stellen, das einerseits in der Lage ist, sich selbsttätig an beliebige Bodenflächen mit beliebigen Hindernissen anzupassen, und andererseits unnötige Mehrfachreinigung bestimmter Bereiche zu vermeiden, während andere Stellen nicht oder nur unzureichend erfaßt werden. Darüberhinaus soll die Reinigung an einer vom Nutzer vorgegebenen Stelle direkt starten können, ohne daß zuvor umständlich die Raumkonturen abgetastet werden müssen.

Um eine ernsthafte Alternative zu herkömmlichen Staubsaugern darzustellen, soll die von dem Verfahren gesteuerte Vorrichtung sämtliche Bodenbereiche und ebenfalls Möbelkanten und schmale Nischen erfassen, wobei eine hohe Reinigungswirkung erforderlich ist und Beschädigungen ausgeschlossen werden müssen. Die Vorrichtung muß groß genug ausgeführt werden, um eine genügende Batteriekapazität aufzunehmen. Durch entsprechende Isolierung kann der entstehende Lärm weitestgehend abgeschirmt werden. Der Staubsauger sollte weiterhin möglichst einfach ausgeführt, robust sein und auf komplizierte Sensoren verzichten, um eine kostengünstige Herstellung zu ermöglichen.

## Lösung

Zur Lösung der genannten Probleme wird ein vollautomatisches Steuerverfahren insbesondere für einen selbstfahrenden Staubsauger mit Abstands- und Kontaktsensoren vorgestellt, das die folgenden wesentlichen Merkmale aufweist:

- 5 Um die Vorrichtung herum wird ein Nahbereich festgelegt, dieser durch Sensoren abgetastet, und an den Grenzen des Nahbereiches werden mögliche neue Positionen für das Gerät gespeichert. Anschließend wird nach Auswahl einer der im aktuellen oder früheren Schritt gespeicherten Positionen, abhängig vom Grad der Erreichbarkeit, einer zugeordneten Priorität und unter Berücksichtigung des Vorhandenseins von noch nicht abgetasteter Fläche im Bereich der möglichen neuen Positionen, die gewählte Position angefahren und danach die beschriebene Abfolge der Verfahrensschritte solange wiederholt, bis eine vorgegebene Gesamtfläche vollständig überstrichen wurde oder keine neue Position mehr ausgewählt werden kann.
- 10

- Die von den Sensoren abgetastete Bodenfläche wird in ein zweidimensionales Datenfeld abgebildet, um hierin während der Abtastung erkannte Hindernisse, freie Bereiche sowie mögliche neue Positionen für die Vorrichtung durch bestimmte Stati zu markieren. Dieses Feld, in dem somit sukzessive ein Abbild der zugänglichen Bodenfläche mit den Konturen sämtlicher Hindernisse und begrenzenden Rändern entsteht, dient zur Festlegung von Steuerparameter für die Vorrichtung sowie zur Kontrolle der bereits überstrichenen Fläche.
- 15
- 20

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Steuerverfahrens sind im folgenden angegeben:

- Der Nahbereich kann durch die Reichweite der Sensoren festgelegt sein, die an der Vorrichtung starr oder beweglich befestigt sind. Hierbei können richtungssensitive Sensoren mit Fernwirkung eingesetzt werden oder einfache Kontakt- bzw. Abstandssensoren, die durch eine geeignete Mechanik über die abzutastende Fläche geführt werden. Die Abtastung des Nahbereiches kann aber auch so erfolgen, daß die Wirkung von Sensoren mit Fernwirkung oder von beweglichen Sensoren emuliert wird, indem die gesamte Vorrichtung bewegt wird und diese den maximal zugänglichen Nahbereich mit etwaigen Hindernissen durch Sensoren ohne Fernwirkung ermittelt. In diesem Fall kann als Nahbereich eine beliebige Teilfläche relativ zur Position der Vorrichtung definiert werden.
- 25
- 30

Beim Einsatz von Sensoren, die keine Richtungsinformation liefern, wird nach dem Detektieren eines Hindernisses die exakte Position des Hindernisses durch Berücksichtigung der Abtastrichtung ermittelt.

Um die Anzahl der gespeicherten Positionen zu begrenzen, werden nach der Abtastung des Nahbereiches nur dort neue Positionen gespeichert werden, wo keine Hindernisse detektiert wurden und auch keine Flächenbereiche angrenzen, die bereits von einer früheren Position des Gerätes aus abgetastet wurden. Besonders einfach läßt sich diese Bedingung dadurch realisieren, daß nur an denjenigen Grenzen des Nahbereichs neue Positionen gespeichert werden, die im Datenfeld als noch nicht abgetastet markiert sind.

Bei der Abbildung eines Punktes  $(x, y)$  in das Datenfeld mit den Dimensionen  $x_{\max}$  und  $y_{\max}$  erfolgt für negative Koordinaten eine Transformation in einen positiven Koordinatenbereich, z. B. durch Bildung von  $x_{\max} - |x|$  bzw.  $y_{\max} - |y|$ .

Bei der erneuten Abtastung eines bereits im Datenfeld markierten Bereiches werden die Stati dieser Fläche entsprechend den neuen Sensordaten aktualisiert. Hierdurch wird erreicht, daß aufgrund der Überlappung der Abtastbereiche und insbesondere, falls Hindernisse in bereits abgetastete Bereiche gestellt werden, die gespeicherte Information über die abgetastete Fläche immer auf dem neuesten Stand ist.

Bei der Auswahl einer neuen Position für die Vorrichtung werden nur solche Positionen berücksichtigt, die im Datenfeld nicht als bereits abgetastet markiert sind. Dieses Kriterium stellt eine einfache aber effektive Möglichkeit dar, um die im Bereich von neuen Positionen jeweils noch nicht abgetasteten Flächen zu berücksichtigen: Wurde eine Position seit ihrer Speicherung im Datenfeld inzwischen als bereits abgetastet markiert, so kann aufgrund der im allgemeinen kompakten Nahbereiche davon ausgegangen werden, daß auch die umgebene Fläche schon abgetastet wurde. Deshalb kann eine solche Position gelöscht werden, da sie nicht mehr angefahren werden muß.

Bei der Speicherung von neuen Positionen können verschiedene Prioritäten für diese Positionen vergeben werden, abhängig z. B. von ihrer Lage und der Nähe zu anderen Positionen. Bei der Auswahl einer neuen Position für die Vorrichtung werden nur solche Positionen berücksichtigt, deren Priorität diejenige einer bereits vorläufig im aktuellen Verfahrensschritt ausgewählten neuen Position nicht unterschreitet.



Bei der Auswahl einer neuen Position werden nur solche Positionen berücksichtigt, die in einer bestimmten Teilfläche liegen, und diese Teilfläche wird während des Ablaufs des Verfahrens modifiziert, falls innerhalb der aktuellen Teilfläche keine neue Position ausgewählt werden kann. Dieses Verfahren ermöglicht eine indirekte  
5 Beeinflussung der Bewegung der Vorrichtung, um zum Beispiel zu erreichen, daß die Vorrichtung vorrangig zusammenhängende Flächenbereiche überstreicht.

Bei der Auswahl einer möglichen neuen Position kann der Abstand und die Richtung von der aktuellen Position als Bewertungsparameter berücksichtigt werden.

Darüber hinaus kann bei der Auswahl einer neuen Position für die Vorrichtung durch  
10 Auswertung des Datenfeldes sichergestellt werden, daß die neue Position von der Vorrichtung auf direktem Weg erreichbar ist, wobei nur Bereiche überfahren werden dürfen, die bereits abgetastet wurden und nicht als Hindernis markiert sind.

Ebenso ist es möglich, bei der Auswahl einer neuen Position die zurückgelegte Distanz seit Speicherung einer möglichen neuen Position zu berücksichtigen, um den  
15 Einfluß von möglichem Schlupf zu begrenzen. Dies kann zum Beispiel dadurch geschehen, daß bei der Überprüfung der Erreichbarkeit einer Position im Datenfeld ein zusätzlicher Sicherheitsabstand an den Rändern der zu überfahrenden Strecke, dessen Breite von der zurückgelegten Distanz abhängt, als frei markiert sein muß.

Nach der Auswahl einer neuen Position durch Auswertung des Datenfeldes wird die  
20 kürzeste Route innerhalb der bereits abgetasteten Fläche unter Umgehung von Hindernissen bestimmt und die Vorrichtung entlang dieser Route bewegt.

Die Vorrichtung kann auf beliebige vorherige Positionen zurückgesetzt werden und beim Zurücksetzen der Vorrichtung über mehrere vorherige Positionen können bestimmte Zwischenpositionen übersprungen werden, falls eine Überprüfung im Da-  
25 tenfeld ergibt, daß die Vorrichtung während ihrer Bewegung keine als Hindernis markierten Bereiche überfahren muß.

Falls ein unerwartetes Hindernis die Bewegung der Vorrichtung blockiert, ermittelt diese durch Abtastung mittels der Sensoren die Konturen des Hindernisses. Da während der Bewegung der Vorrichtung i. a. keine erneute Abtastung der Wegstrecke  
30 erfolgt - denn hierbei werden nur Bereiche überfahren, die im Datenfeld als frei markiert sind - kann die Vorrichtung durch das Versetzen von Gegenständen oder ggf. durch Schlupf an für sie unbekannte Hindernisse stoßen. In diesem Fall wird die Be-

wegung der Vorrichtung abgebrochen, der Nahbereich abgetastet um die gespeicherte Umgebungsinformation upzudaten, und dann eine neue Position gewählt.

Nach dem Anfahren einer neuen Position wird der neue Nahbereich durch Auswertung des Datenfeldes so bestimmt, daß nur eine geringe Überlappung mit bereits  
5 abgetasteten Nachbarbereichen auftritt.

Besonders vorteilhaft ist es für den Einsatz der Erfindung als Staubsauger, wenn während der Abtastung gleichzeitig die Bodenfläche gereinigt wird.

Dazu kann die Abtastung durch einen beweglichen Arm so erfolgen, daß noch nicht abgetastete Flächen immer zuerst vom vorderen Ende des Armes überstrichen werden.  
10 Bei Hinderniskontakt wird der Arm in geringst möglichem Abstand an detektierten Hindernissen entlanggeführt. In besonders vorteilhafter Weise kann hierbei der Nahbereich um die Vorrichtung in Form eines Kreissektors gewählt werden, wobei die Abtastung durch wiederholte Links- und Rechtsdrehung der Vorrichtung mit jeweils vergrößerter Länge des Armes erfolgt. Um eine mehrfache Abtastung derselben  
15 Hindernisse zu vermeiden, kann der Arm hierbei in Winkelbereichen von bereits detektierten Hindernissen entsprechend verkürzt werden.

Durch Auswertung der Information im Datenfeld wird sichergestellt, daß die Reinigung der Bodenfläche nur in denjenigen Bereichen erfolgt, die im Datenfeld als noch nicht gereinigt markiert sind.

20 Eine für das erfindungsgemäße Verfahren geeignete Vorrichtung, die neben einer Saugeinrichtung selbstverständlich auch andere Reinigungseinrichtungen beispielsweise zum Wischen, Dampfreinigen bzw. Sprühreinigen enthalten kann oder auch alternativ für andere Zwecke wie z. B. Rasenmähen, Objektsuche oder Kontrollaufgaben eingesetzt werden kann, weist die folgenden kombinierbaren wesentlichen  
25 Merkmale auf:

Die Vorrichtung mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw. steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren sowie einem ausfahrbaren Arm ist dadurch gekennzeichnet, daß neben zwei angetriebenen Rädern als dritter Auflagepunkt das vordere untere Ende des Armes (Kopf) dient, das sich z. B. auf Walzen, Kugeln, Rädern oder  
30 Borsten abstützt.

Die Vorrichtung mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw. steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren sowie einem ausfahrbaren Arm mit an dessen vorderen

Ende angeordnetem Kopf ist dadurch gekennzeichnet, daß am Kopf eine oder mehrere rotierende Tellerbürste(n) angeordnet ist/sind.

Die Vorrichtung mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw. steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren sowie einem ausfahrbaren Arm ist dadurch gekennzeichnet, daß am Arm Abstands- bzw. Kontaktsensoren zur Erfassung von Hindernissen  
5 angeordnet sind, die durch Bewegung des Armes und Drehung der Vorrichtung den Nahbereich überstreichen können und sowohl Hindernisse für die Bewegung des Armes detektieren als auch solche, welche nur für die Bewegung der Vorrichtung ein Hindernis darstellen.

10 Die Vorrichtung mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw. steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebe z. B. über Schneckengetriebe elastisch mit dem jeweiligen Rad verbunden sind, wobei die bei einer Blockierung des Saugers durch ein Hindernis auftretende Verschiebung der Antriebe detektiert wird. Durch diesen Mechanismus kann auf einen zusätzlichen  
15 äußeren Kontaktsensor, der die Vorrichtung vollständig umgeben müßte und der mechanisch aufwendig ist, verzichtet werden.

Zusätzliche vorteilhafte Ausprägungen der Vorrichtung werden durch die folgenden Merkmale beschrieben:

Der Antrieb der Tellerbürste(n) erfolgt über eine verschiebbare Welle durch einen  
20 Getriebemotor, der auf der Saugergrundfläche angebracht ist.

Jede Bürste ist mit einem dichten Kranz schräg nach außen geneigter weicher Borsten umgeben, um Staub von Möbelkanten zu entfernen und Beschädigungen zu vermeiden. Darüberhinaus kann jede Bürste schräg nach innen gerichtete Borsten aufweisen, die Schmutz vom Boden lösen, den Sauger stützen können, und zusätz-  
25 lich den Saugkopf an kleinen Stufen wie z. B. Teppichkanten anheben.

Falls mehrere Tellerbürsten Verwendung finden, können deren Achsen so angeordnet und angetrieben werden, daß die Bürsten den Schmutz in Richtung der Saugdüse unterhalb des Kopfes befördern. Besonders vorteilhaft ist hierbei eine an sich bekannte Anordnung, siehe die deutsche Patenschrift 1057154, bei der die Bürsten  
30 über ein Planetengetriebe in Eigenrotation versetzt werden und gleichzeitig unterhalb des Kopfes kreisförmig umlaufen.

Spezielle Sensoren im Bereich des Kopfes detektieren Hindernisse für die Bewegung des Armes. Ein Sensor zu diesem Zweck kann vorteilhafter Weise so ausgeführt sein, daß um den Kopf des Armes herum in geringem gegenseitigen Abstand zwei elektrische Leiter angebracht sind, von denen der äußere bei Kontakt mit einem  
5 Hindernis elastisch an den inneren herangedrückt wird und hierdurch einen elektrischen Stromkreis schließt.

Andere Sensoren im Bereich des Kopfes detektieren Hindernisse für die Bewegung der Vorrichtung, die jedoch den Arm selbst nicht behindern. Zu diesem Zweck kann ein Abstandssensor, der z. B. durch Ultraschall oder mittels elektromagnetischer  
10 Wellen die lichte Höhe oberhalb des Kopfes mißt, eingesetzt werden. Zusätzlich kann ein Sensor, z. B. in Form eines mechanischen Tasters oder berührungslos, Stufen im Bodenbelag unterhalb des Kopfes erfassen, um so ein Kippen der Vorrichtung zu vermeiden. Der bewegliche Arm wird vorteilhafter Weise als Teleskoparm mit rechteckförmigem Querschnitt ausgeführt, um im Einsatz als Sauger bei mög-  
15 lichst flacher Bauweise einen großen Querschnitt zur Führung des Luftstromes zu bieten.

Falls die Vorrichtung sich nicht auf dem vorderen Ende des ausfahrbaren Armes abstützt, ist es vorteilhaft, den Teleskoparm so auszuführen, daß er an seinem hinteren Ende um eine horizontale Achse drehbar bzw. vertikal beweglich gelagert ist, um  
20 guten Bodenkontakt des Kopfes zu garantieren. Auch in diesem Fall kann unterhalb des vorderen Endes des Armes eine zusätzliche Stütze mit integrierter Kugel zum Abrollen befestigt werden, die beliebige laterale Bewegungen gestattet.

Durch Gewichtsverlagerung kann der Aufsetzdruck des Kopfes variiert werden.

Nach dem Auslösen des Blockierungssensors wird die Vorrichtung vorteilhafter Weise soweit zurückgesetzt, bis der Sensor keine Blockierung mehr anzeigt. Anschlie-  
25 ßend erfolgt ein erneutes Vorsetzen allerdings mit reduzierter Geschwindigkeit, um so zwischen Pseudo- und echten Hindernissen zu unterscheiden. Hat der Sensor beim ersten Mal aufgrund eines reellen Hindernisses ausgelöst, so wird er auch bei verringerter Geschwindigkeit erneut ansprechen. War die Ursache jedoch lediglich  
30 eine überwindbare Stufe im Bodenbelag, z. B. eine Teppichkante, oder ein erhöhter Reibungswiderstand der Bürste, so bewirkt die geringere Geschwindigkeit eine Reduzierung der dynamisch wirkenden Kräfte und der Reibkräfte, so daß ein erneutes Auslösen unterbleibt.

## Ausführungsbeispiel

Anhand eines Staubsaugers als beispielhafte Vorrichtung wird der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens näher erläutert, wobei zum besseren Verständnis zuerst der Aufbau der Vorrichtung beschrieben wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ist  
5 selbstverständlich unabhängig von der hier beschriebenen Vorrichtung und auch bei beliebig geeigneten Vorrichtungen anwendbar.

Die Abbildungen erläutern das im folgenden beschriebene Ausführungsbeispiel der Erfindung, dabei zeigt:

- Abb. 1: Ansicht des Saugers
- 10 Abb. 2: Aufsicht des Saugers
- Abb. 3: Längsschnitt des Saugkopfes
- Abb. 4: Aufsicht des Saugkopfes
- Abb. 5: Antrieb mit Blockierungssensor
- Abb. 6: Wegsteuerung beim Sektorsaugen
- 15 Abb. 7: Sektorsaugbereich bei vorhandenen Hindernissen
- Abb. 8: Aneinanderreihung von Sektorsaugbereichen
- Abb. 9: Speicherung der gesaugten Bereiche
- Abb. 10: Gesamtflußdiagramm der Saugersteuerung
- Abb. 11: Flußdiagramm 'Saugen des voraus liegenden Sektors'
- 20 Abb. 12: Flußdiagramm 'Saugerdrehung mit eventueller Armverkürzung'
- Abb. 13: Flußdiagramm 'Armverlängerung mit eventueller Saugerdrehung'
- Abb. 14: Flußdiagramm 'Bestimmung einer neuen Saugerposition'

## Mechanischer Aufbau

### *Antrieb und Bewegungskonzept*

- 25 Abb. 1 zeigt die Ansicht des Saugers während Abb. 2 die Aufsicht auf die unterste Ebene des Saugers mit abgenommenem Staubfänger darstellt.

Der Antrieb erfolgt mit zwei Schrittmotoren, die jeweils über ein Schneckengetriebe mit einer Untersetzung von ca. 1:30 ein Laufrad mit gummiummantelter Lauffläche

antreiben. Durch die Anordnung der Laufräder auf der Symmetrieachse der kreisförmigen Grundfläche kann mittels der zwei Motoren sowohl der Vortrieb (gleiche Drehrichtung) als auch die Drehung um den Mittelpunkt des Saugers (entgegengesetzte Drehrichtung) realisiert werden. Als dritter Auflagepunkt wird hierbei die Saugbürste genutzt, die am vorderen Ende des ausfahrbaren Saugarmes befestigt ist.

Durch entsprechende Anordnung der relativ schweren Batterie, die sowohl sämtliche Motoren als auch die Elektronik mit Energie versorgt, auf der Grundplatte, wird gewährleistet, daß der Sauger ein geringes Übergewicht nach vorn aufweist, wodurch jederzeit eine stabile Auflage sichergestellt ist.

- 10 Durch dieses Konzept ergibt sich einerseits ein sehr einfacher mechanischer Aufbau, da kein zusätzliches Stützrad erforderlich ist, andererseits hat die Saugbürste so immer einen sicheren Kontakt zur Bodenfläche, unabhängig von Unebenheiten im Bodenbelag.

### *Ausfahrbarer Saugarm mit rotierender Bürste*

- 15 Ein wesentliches Konstruktionselement des Saugers bildet der ausfahrbare Saugarm, siehe Abb. 1 und 2, der auch den Zugang zu schwer zugänglichen Bodenbereichen ermöglicht, z. B. unter Schränken oder in schmalen Nischen.

Der Saugarm weist einen rechteckigen Querschnitt auf und besteht im wesentlichen aus zwei teleskopartig ineinander gesteckten Hohlkörpern aus Kunststoff, durch die der Luftstrom geleitet wird.

Die Länge des Saugarms wird ebenfalls über einen Schrittmotor gesteuert, der eine am ausfahrbaren Innenteil vorne befestigte Zahnstange antreibt und eine exakte Positionierung gestattet.

- 25 Am vorderen Ende des Armes ist eine rotierende Saugbürste angebracht, die über ein Schneckengetriebe in Rotation versetzt wird. Die Schnecke ihrerseits ist an einer Welle mit quadratischem Querschnitt befestigt auf der momentenschlüssig ein Kegelzahnrad gleiten kann. Durch ein entsprechendes Auflager auf der äußeren Seite sowie durch ein zweites Kegelrad innen im Winkel von 90° wird das Kegelrad auf der Grundplatte des Saugers axial fixiert. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß die
- 30 Bürste unabhängig von der aktuellen Länge des Saugarms gedreht werden kann.

Außerdem kann der Saugarm sehr flach aufgebaut sein, um ebenfalls den Boden unter niedrigen Möbeln zu reinigen. Als Antrieb für die Bürste wird ein handelsüblicher Getriebemotor verwendet, mit dem eine Drehfrequenz der Bürste von ca. 0.5 Hz eingestellt wird.

- 5 Die Reinigungswirkung wird dadurch erzielt, daß der Staub über die Bürste innerhalb des Saugarms durch den Luftstroms, der mittels eines ca. 50 W starken Elektromotors erzeugt wird, in den Auffangbehälter geleitet wird.

Die hohe Saugleistung entsteht zum Teil dadurch, daß die glattwandige und strömungsgünstige Luftführung nur wenig Turbulenzen und damit geringe Verluste verursacht.

- 10 Eine zusätzliche, entscheidende Verbesserung des Reinigungseffektes bewirkt dabei die um ihre senkrechte Mittelachse rotierende Saugbürste, deren Längsschnitt in Abb. 3 dargestellt ist; die Schnittlinie B-B' kann Abb. 4 entnommen werden. Diese Bürste bündelt den Luftstrom und löst Staub sowie andere Fremdkörper mechanisch vom Boden, in weiten Grenzen unabhängig vom zu saugenden Bodenbelag.

Das sogenannte *Bürstenrad* ist über eine Achse mit einem Zahnrad oberhalb des Saugarmes verbunden, in das die Schnecke, die am Ende der rechteckförmigen Welle befestigt ist, eingreift. Das Bürstenrad ist als Speichenrad ausgeführt, um den hindurchtretenden Luftstrom möglichst wenig zu behindern.

- 20 Sämtliche Borsten sind am äußeren Rand des Bürstenrades befestigt, wobei die nach innen zur Achse geneigten Borsten relativ steif ausgeführt sind und einen genügend großen gegenseitigen Abstand aufweisen, um zwischen ihnen den Luftstrom ungehindert hindurchtreten zu lassen; diese Borsten stützen den Sauger nach vorn ab und bewirken, daß die nach außen geneigten, sehr weichen Borsten soeben den Bodenbelag berühren. Neben der hierdurch bewirkten Verringerung des Reibungswiderstandes entsteht ein zusätzlicher Vorteil dadurch, daß die äußeren Borsten sehr dicht stehen und der Luftstrom nur durch den Spalt zum Boden hindurchtreten kann, wodurch eine effektive radiale Düsenwirkung entsteht.

- Optional für sehr weiche Bodenbeläge kann unterhalb des Bürstenrades, quasi als  
30 Verlängerung von dessen Achse, eine zusätzliche Stütze aus Kunststoff befestigt werden, um das zu tiefe Einsinken des Saugkopfes zu verhindern. In diese Stütze ist zum Boden hin eine frei drehbare Rollkugel integriert, um den Reibungsverlust bei Bewegungen des Armes zu minimieren, siehe Abb. 3.

Die nach innen geneigten steiferen Borsten haben noch eine weitere wichtige Funktion, denn sie ermöglichen ebenfalls einen problemlosen Übergang beim Überfahren kleiner Stufen im Bodenbelag, z. B. an Teppichkanten. An diesen werden die äußeren weichen Borsten bei Bewegungen des Saugarmes nach innen gedrückt, wobei der Saugkopf aufgrund der Borstenelastizität geringfügig angehoben wird. Dieser Effekt wird durch die schräge Anordnung der inneren Stützborsten erheblich verstärkt, so daß der Saugarm über die Stufe hinweggleiten kann.

Der Bürstenwiderstand beim Bewegen des Saugers auf Teppich oder über Stufen hinweg wird auch ganz wesentlich durch die vertikale Drehung der Bürste verringert. Die Drehfrequenz muß an die laterale Bewegungsgeschwindigkeit des Saugkopfes angepaßt werden, um den Saugkopf optimal abrollen zu lassen. Dieser Effekt ist aufgrund der Radialsymmetrie der Bürste unabhängig von der aktuellen Bewegungsrichtung des Saugers.

Gegenüber herkömmlichen Saugkopf- und -bürstenformen besteht bei der hier vorgestellten Konstruktion ein großer Vorteil darin, daß gerade im direkten äußeren Umfeld des Saugkopfes, z.B. beim Saugen an Möbelkanten und Fußleisten, eine hohe Reinigungswirkung erzielt wird, wobei durch die weichen äußeren Borsten Beschädigungen ausgeschlossen sind.

Insgesamt wird durch das Zusammenspiel all dieser Faktoren erreicht, daß trotz der aufgrund der Batterieversorgung notwendigerweise beschränkten Motorleistung die Saugwirkung erheblich besser ist, als bei herkömmlichen Bodenstaubsaugern mit wesentlich höheren elektrischen Anschlußwerten.

### *Orientierung des Saugers mittels Sensoren*

Die Orientierung des Saugers basiert auf der Berechnung der jeweils aktuellen Saugposition anhand des zurückgelegten Weges. Aufgrund der exakten Schrittsteuerung sowie des statistischen Auftretens etwaiger Positionierfehler kann hierbei eine Ortsgenauigkeit erreicht werden, die auch nach längeren, beim Saugen eines Zimmers zurückzulegenden Wegstrecken im Zusammenspiel mit den Sensoren völlig ausreichend ist.

Zum Erkennen von Hindernissen mit hoher Ortsauflösung tastet der Saugkopf durch die Drehung des Saugers und entsprechende Armverlängerung die vor dem Sauger



liegende Bodenfläche ab, siehe Kapitel „*Saugen eines Sektors*“. Hierbei ist durch die Kreissymmetrie des Saugers sichergestellt, daß bei Drehungen ausschließlich der Saugkopf auf Hindernisse treffen kann.

Insgesamt werden für diese Aufgabe drei Sensoren benötigt:

- 5 Die wichtigste Funktion hat der mechanische Berührungssensor am Saugkopf, dessen Aufbau Abb. 4 entnommen werden kann. Dieser Sensor dient dazu, bei Dreh- und Längsbewegungen des Armes das Auftreffen auf Hindernisse zu detektieren.

Er besteht im wesentlichen aus zwei Kunststoffstreifen, die den Saugkopf umgeben und durch zwei seitliche Distanzstücke auf einen gegenseitigen Abstand von wenigen Millimetern gehalten werden. Während der innere Streifen fest mit dem Saugkopf verbunden ist, wird der äußere Streifen lediglich über die Distanzstücke gehalten und besteht aus sehr dünnem elastischem Kunststoff, um eine weiche Federwirkung zu erzielen.

Die zueinander gewandten Innenseiten beider Streifen sind mit einem leitfähigen Material beschichtet und über Anschlußdrähte mit der Elektronik verbunden. Im Normalzustand sind diese als Kontakte wirkenden Flächen durch die isolierenden Distanzstücke sowie die Luft elektrisch voneinander isoliert. Trifft der Saugkopf jedoch auf ein Hindernis wird der äußere Streifen an den inneren herangedrückt, so daß sich der elektrische Stromkreis schließt; die Richtung, aus der das Hindernis auftritt, ist hierbei unbedeutend.

Die beiden Wulste an beiden Seiten des Saugkopfes dienen dazu, um auch exakt seitliche Berührungen bei Drehungen des Saugers sicher detektieren zu können. Diese Wulste übertragen seitlichen Druck auf den äußeren elastischen Streifen, der daraufhin gegen den inneren Streifen gedrückt wird.

- 25 Abb. 1 ist zu entnehmen, daß der Berührungssensor die gesamte Höhe des Saugkopfes umfaßt und ebenfalls weit nach unten geführt ist, um dadurch mögliche Hindernisse, welche die Bewegung des Saugkopfes blockieren können, zu erfassen.

Obwohl der Berührungssensor nicht in der Lage ist, die Richtung, in der ein Hindernis liegt, direkt zu bestimmen, kann diese Information jedoch immer dadurch gewonnen werden, daß die Bewegungsrichtung des Saugkopfes bekannt ist.

Der zweite sehr wichtige Sensor ist der sogenannte Höhsensor an der oberen, vorderen Kante des Saugkopfes, siehe Abb. 3 und 4. Dieser Sensor hat die Aufga-

be, Hindernisse zu detektieren, die zwar den Saugarm und -kopf nicht behindern, deren lichte Höhe jedoch nicht ausreicht, damit der gesamte Sauger diese Stelle passieren kann.

Für diesen Zweck wird ein handelsüblicher Infrarot-Abstandssensor verwendet, dessen Auslöseabstand genau auf die Höhe des Saugers abzüglich der Saugkopfhöhe  
5 eingestellt wird. Dieser Sensor weist eine hohe laterale Genauigkeit auf, so daß auch bei Hindernissen im vertikalen Abstand von ca. 30 cm eine laterale Ortsauflösung von wenigen Zentimetern erreicht wird.

Als dritter Sensor ist ein sogenannter Stufensensor vorgesehen, siehe Abb. 3, um  
10 größere Versetzungen des Bodenbelages z. B. an Treppen zu erkennen und hierdurch ein Kippen des Saugers zu verhindern.

Dieser Sensor besteht aus einem empfindlichen Taster, der knapp hinter dem Saugkopf an der unteren Kante des Saugarms befestigt ist, wobei auf ebenen Flächen der Sensor einen Abstand von ca. 1 cm vom Boden hat.

15 Wird der Saugkopf über eine Stufe bewegt mit einem vertikalen Versatz nach unten, der mindestens dem Abstand des Sensors vom Boden entspricht, setzt der Saugarm mit dem Taster auf, wodurch der Sensor auslöst.

Die bisher beschriebenen Sensoren sind ausreichend, um den Sauger mittels des im Abschnitt „Automatische Steuerung des Saugers“ beschriebenen Verfahrens im  
20 Normalfall eindeutig manövrieren zu können.

Dennoch kann durch das Verrücken von Gegenständen in bereits gesaugte Bereiche nicht ausgeschlossen werden, daß der Sauger während seiner Bewegung auf Hindernisse stößt.

Um auch in diesem Fall dem Steuerprogramm ein Hindernis anzeigen zu können, ist  
25 die Kraftübertragung von den Schrittmotoren auf die beiden Antriebsräder mit jeweils einem mechanischen Blockierungssensor ausgestattet.

Um die Funktion des Blockierungssensors zu verdeutlichen, ist in Abb. 5 einer der beiden Antriebe im Detail dargestellt, siehe Schnittlinie A-A' in Abb. 2: Das Ritzel des Schrittmotors überträgt dessen Moment auf ein Zahnrad, das wiederum ein Schneckengetriebe antreibt. Die Welle, auf der das Zahnrad sowie die Schnecke befestigt  
30 sind, ist hierbei durch Achsringe mit der Antriebshalterung verbunden, so daß keine axiale Verschiebung der Welle gegen die Halterung möglich ist und deshalb die Dre-

hung der Antriebswelle durch das Schneckengetriebe in die Drehung des Laufrades übertragen wird.

Diese Antriebseinheit wirkt jedoch nicht als starres System, da die gemeinsame Lagerung der Welle und des Schrittmotors aus elastischen Material besteht, welches  
5 geringfügige axiale Verschiebungen der Antriebswelle zuläßt, falls während der Motordrehung eine Blockierung des Saugers auftritt.

Diese Verschiebung der Lagerung schließt entsprechend Abb. 5 einen elektrischen Kontakt, der von der Steuerelektronik ausgewertet wird.

Die vorgestellte Realisierung eines Blockierungssensors weist den Vorteil gegenüber  
10 steifen Systemen auf, daß bei Auftreten einer plötzlichen Blockierung des Saugers keine großen Kräfte wirken, die eventuell zu Beschädigungen führen, sondern daß aufgrund der Elastizität der Lagerung eine allmähliche Erhöhung der Antriebskraft an der Welle einsetzt, bis der Blockierungssensor auslöst.

Durch Veränderung der Steifigkeit der Lagerung kann die Elastizität des Antriebs  
15 individuell an das Gewicht des Saugers und die dynamisch wirkenden Kräfte angepaßt werden.

## Automatische Steuerung des Saugers

### *Darstellung des Steuerprinzips*

Die Steuerung des Saugers erfolgt derart, daß ausgehend vom aktuellen Standort  
20 und in Bezug auf die jeweils vorherige Laufrichtung ein Sektor von maximal  $\pm 90^\circ$  mäanderförmig gesaugt wird, siehe Abb. 6: Zuerst dreht der Sauger in die linke Maximalstellung. Dann erfolgt eine Drehung maximal nach rechts, eine Verlängerung des Saugarmes um den Saugkopfdurchmesser, und anschließend die Rückdrehung in die linke Maximalstellung. Dieser Bewegungsvorgang wird solange wiederholt, bis  
25 der Saugarm seine endgültige Länge erreicht hat, worauf er dann, anschließend an die letzte Drehung nach rechts, vollständig zurückgezogen wird.

Die beschriebene Bewegungssteuerung wird automatisch angepaßt, falls Hindernisse während der Drehung oder Armbewegung auftreten, siehe Abschnitt „*Saugen eines Sektors*“. In Abb. 7 ist ein eingeschränkter Sektorbereich dargestellt, der vom

Saugkopf überstrichen werden kann, falls Gegenstände die Bewegung behindern. Hierdurch können sogenannte *Saugschatten* entstehen, die der Saugkopf durch die Blockierung der Drehung des Saugarmes nicht erreichen kann.

Neben diesen Saugschatten werden auch andere freie Randbereiche des aktuell  
5 gesaugten Sektors markiert, siehe nächster Abschnitt, und damit als potentielle neue Saugerpositionen gekennzeichnet. Aus der Gesamtheit dieser Positionen wird nach Beendigung des Sektorsaugens die jeweils nächste Saugposition ausgewählt und angefahren, siehe „*Bestimmung einer neuen Saugerposition*“.

In Abbildung 8 ist am Beispiel einer Zimmerecke dargestellt, wie durch Aneinander-  
10 reihung einzelner Sektorsaugbereiche Flächen beliebiger Umrandung vollständig gesaugt werden können (In diesem Bsp. haben alle Sektoren den maximalen Öffnungswinkel von 180°). Durch Überlappung der Sektoren werden hierbei einige Bereiche mehrfach gesaugt, was die Reinigungswirkung zusätzlich erhöht und mögliche Positionierungsungenauigkeiten des Saugers ausgleicht.

15 Zur Vergrößerung der Reichweite mit einer Akku-Ladung wird der Saugermotor, der den größten Verbraucher darstellt, nur während des Sektorsaugens eingeschaltet, und nicht, wenn eine neue Saugerposition eingenommen wird.

### *Markierung der gesaugten Bereiche*

Zur globalen Orientierung des Saugers wird die gesamte zu saugende Fläche in ei-  
20 nen elektronischen Datenspeicher, das sogenannte *Saugfeld*, abgebildet und hierin die verschiedenen Stati, die einem Flächenelement zugeordnet werden können, markiert. Diese zweidimensionale Information wird verwendet, um neue Saugpositionen zu kennzeichnen, den Weg dorthin zu bestimmen sowie zur Festlegung des Sektorbereiches.

25 Folgende vier Stati werden unterschieden:

- Status 0: 'ungesaugt'

Dieser Status ist der Defaultwert im Saugfeld beim Start des Saugers und wird überschrieben, sobald der Saugkopf die entsprechende Stelle erstmals überstrichen hat.

- Status 1: 'gesaugt'

Diesen Status erhalten alle Felder des Saugfeldes, die bereits vom Saugkopf überstrichen wurden und die kein Hindernis für die Bewegung des Saugers darstellen.

5

- Status 2: 'Hindernis'

Dieser Status dient zur Kennzeichnung von Hindernissen, die von den Sensoren erkannt wurden. Ein mit diesem Status versehenes Feld kann vom Sauger bei der Einnahme einer neuen Saugposition nicht überfahren werden.

10

- Status 3: 'Mögliche neue Saugposition'

Mit diesem Status wird während des Saugens eines Sektors ein Randfeld, das vorher den Status 0 haben muß, als mögliche neue Saugposition gekennzeichnet. Wird der Bereich später vom Saugkopf überstrichen, erhält das Feld den Status 1 bzw. 2. Bei der  
15 Überprüfung einer möglichen neuen Saugposition zeigt der Status 3 an, daß der entsprechende Bereich bisher noch nicht gesaugt wurde.

Zur Abbildung der realen, zu saugenden Fläche auf das Saugfeld wird ein zweidimensionales Raster verwendet. Hierbei entspricht die Ortsauflösung in x- und y-  
20 Richtung jeweils einem Zentimeter und ist damit für die Detektionsgenauigkeit der Sensoren hinreichend genau. Da für die vier verschiedenen Stati nur zwei Bit benötigt werden, ist es möglich, mit dieser Auflösung eine Fläche von 10x10 m<sup>2</sup> in einen Speicherbereich von nur 250 kByte abzubilden.

Ein mögliches Problem bei der Minimierung des Speicherbedarfes entsteht dadurch,  
25 daß zu Beginn des Saugvorganges der Sauger an einer beliebigen Stelle eines Raumes gestartet wird. Ausgehend von diesem Ursprung können für x und y sowohl positive als auch negative Koordinatenwerte auftreten, wobei letztere nicht direkt in das Saugfeld übernommen werden können. Zur Lösung dieses Problems wird eine Koordinatentransformation vorgenommen, siehe Abb. 9:

30 Jeder negative Wert für x bzw. y wird abgebildet auf  $x_{\max} - |x|$  bzw.  $y_{\max} - |y|$ , wobei  $x_{\max}$  und  $y_{\max}$  die festgelegten maximalen Dimensionen des Saugfeldes für x und y angeben, die den Bewegungsbereich des Saugers begrenzen. Durch die Transfor-

mation werden Feldbereiche, bei denen mindestens eine Koordinate negativ ist, entsprechend versetzt im *Saugfeld* abgebildet.

Während der Bewegungssteuerung wird überwacht, daß die Summe aus der maximalen positiven und negativen Saugdistanz vom Ursprung in x- und y-Richtung jeweils die vorgegebenen Werte für  $x_{\max}$  bzw.  $y_{\max}$  nicht überschreitet. Andernfalls  
5 wird der Programmablauf mit einer entsprechenden Fehlermeldung unterbrochen. Da der Saugkopf sich quasi kontinuierlich bewegt, werden neue Stati im *Saugfeld* immer dann gesetzt, nachdem eine Strecke von 1 cm zurückgelegt wurde. Hierbei werden jeweils die Felder unterhalb des Außenradius' vom Saugkopf, halbkreisförmig bezüglich der jeweiligen Bewegungsrichtung des Kopfes berücksichtigt.  
10

Eine Ausnahme von dieser Markierungsregel gilt für den Höhen- und Stufensensor: Falls diese Sensoren ein Hindernis melden, wird nur das Feld im Saugfeld, das genau unterhalb des entsprechenden Sensors liegt, gekennzeichnet.

### *Beschreibung des Steuerverfahrens*

15 In den nachfolgend beschriebenen Flußdiagrammen wird für die Darstellung folgende Notation verwendet: Start und Ende bzw. Rücksprung in das vorhergehende Diagramm sind durch Kreise gekennzeichnet. Rechtecke symbolisieren jeweils eine Aktion, wobei schattierte Symbole darauf hinweisen, daß die entsprechende Aktion in einem separaten Diagramm detailliert wird. Sechsecke mit zwei seitlichen Spitzen  
20 stehen jeweils für eine Entscheidung mit den beiden Möglichkeiten 'ja' oder 'nein'.

Das Gesamtflußdiagramm für die Saugersteuerung ist in Abb. 10 dargestellt.

Zu Beginn des Saugvorganges und immer dann, wenn eine neue Saugerposition eingenommen wurde, wird die aktuelle Saugerposition gespeichert. Zur eindeutigen Lokalisierung werden hierzu die x- und y-Koordinate des Saugermittelpunktes, die  
25 Länge des Saugarmes sowie der Winkel, den der Saugarm bezogen auf die x-Achse einnimmt, benötigt.

Anschließend wird die optimale Größe des zu saugenden Sektors innerhalb der maximalen Grenzen des Winkels von  $\pm 90^\circ$  (ausgehend von der vorherigen Laufrichtung des Saugers) sowie der maximal möglichen Länge des Saugarmes  $R_{\max}$  bestimmt.  
30 Dazu wird im *Saugfeld* überprüft, welche Punkte noch den Status 0, d.h. ungesaugt,

aufweisen. Der Bereich, in dem diese Punkte liegen, wird durch den linken sowie rechten Grenzwinkel  $W_l$  und  $W_r$  sowie den Außen- und Innenradius  $R_a$  und  $R_i$  eindeutig gekennzeichnet, wobei  $R_i$  immer der konstanten Armlänge im eingefahrenen Zustand entspricht.

- 5 Im nächsten Schritt wird der ermittelte Sektorbereich gesaugt, siehe Abschnitt „*Saugen eines Sektors*“, einschließlich einer entsprechenden Hindernisbehandlung. Sämtliche überstrichenen Bereiche werden im Saugfeld mit dem Status 1 bzw. bei Detektion eines Hindernisses mit Status 2 markiert.

- 10 Nun werden neue Saugkopfpositionen (*Tasks*) als mögliche Startpunkte für neue Saugsektoren an den freien äußeren Rändern des gesaugten Bereiches, die durch den Status 0 gekennzeichnet sind, im Saugfeld mit dem Status 3 markiert. Zusätzlich zu dieser Markierung erfolgt die Speicherung jeder Task mit ihren Koordinaten, ihrer Priorität sowie der jeweils neuen optimalen Saugrichtung (senkrecht zum jeweiligen Rand) in der Liste der noch offenen Tasks.

- 15 Falls der Sauger nach  $W_l$  bzw.  $W_r$  gedreht werden konnte sowie an den Saugschatten hinter Hindernissen, werden die Ecken als mögliche neue Saugpositionen gekennzeichnet. Außer den seitlichen Rändern wird die Mitte jedes freien Randbereiches (gekennzeichnet dadurch, daß der Arm bis auf  $R_a$  ohne Hinderniskontakt ausgefahren werden konnte) markiert. Zur Erhöhung der Anzahl möglicher Saugpositionen werden in größeren freien Randbereichen neben der Mitte noch zusätzliche
- 20 Randpunkte markiert und gespeichert, allerdings mit der niedrigeren Priorität 2. In Abb. 6 sind die möglichen neuen Saugpositionen für den Fall eines Sektors *ohne* und in Abb. 7 *mit* Hindernissen als schwarze- (Prio 1) bzw. weiße Pfeile (Prio 2) dargestellt, wobei die Pfeilspitzen die jeweils neuen Saugrichtungen angeben.

- 25 Die aktuelle Saugkopfposition, von der aus der letzte Sektor gesaugt wurde, wird nun aus der Liste der noch offenen Tasks gelöscht.

Anschließend wird aus der Gesamtheit der gespeicherten Tasks die Saugposition für das nächste Sektorsaugen bestimmt und der Sauger mit seinem Kopf an diese Stelle bewegt, siehe Abschnitt „*Bestimmung der nächsten Saugerposition*“.

- 30 Konnte keine neue Saugerposition ermittelt und angefahren werden, so wird der Saugvorgang beendet, andernfalls mit dem Speichern der neuen Saugerposition, wie anfangs beschrieben, fortgesetzt.

### *Saugen eines Sektors*

Beim Saugens des jeweils aktuellen Sektors, dessen Grenzen nach dem Anfahren einer neuen Position bestimmt wurden, ermöglicht die im folgenden beschriebene, wegoptimierte Steuerung des Saugkopfes die exakte Abtastung der Konturen beliebiger Gegenstände, welche die Bewegung des Saugarmes behindern.

Werden während des Sektorsaugens keine Hindernisse detektiert, so erfolgt die Bewegung des Saugkopfes wie in Bild 6 dargestellt. Falls der Saugkopf jedoch bei Drehungen oder Längenänderungen auf ein Hindernis stößt, wird er in engem Kontakt an diesem entlanggeführt.

- 10 Um den Saugkopf um bereits bekannte Hindernisse herumführen zu können und dadurch eine Doppeldetektion zu vermeiden, wird das sogenannte *Winkelfeld* verwendet, das vor jedem Sektorsaugen neu initialisiert wird und dazu dient, den jeweils maximal möglichen Radius für jeden Winkel des Sektors zu speichern.

- 15 Zu Beginn des Sektorsaugens wird der Sollradius  $R_S$ , der die Referenzlänge für den Saugarm angibt und nach jedem Schwenkvorgang inkrementiert wird, auf den inneren Radius  $R_i$  gesetzt, den der Saugarm im eingefahrenen Zustand einnimmt.

Nun wird der Saugarm auf die linke Sektorgrenze  $W_l$  gedreht, maximal jedoch bis zum Auftreffen auf ein Hindernis; dann wird die Drehrichtung umgepolt.

- 20 Anschließend erfolgt die Drehung des Saugers in die aktuelle Richtung mit eventueller Verkürzung der Armlänge, siehe nächster Abschnitt und Bild 12. Hierbei wird, falls der ermittelte Endwinkel aufgrund eines Hindernisses nicht direkt angedreht werden kann, durch schrittweise Verkürzung der Armlänge während der Abtastung der Randkontur des Hindernisses versucht, die Drehung fortzusetzen.

- 25 Die Drehung wird beendet, sobald der Saugarm den Endwinkel erreicht bzw. nach einer erforderlichen Armverkürzung frei um den nächsten Schritt gedreht werden kann, da dann der Arm erst erneut verlängert werden muß, um der Kontur des Hindernisses zu folgen.

- 30 Danach wird kontrolliert, ob nach Abschluß des Drehvorganges die entsprechende Sektorgrenze erreicht werden konnte bzw. ob sämtliche Winkel bis zur Sektorgrenze im mit einem Radius kleiner dem aktuellen Sollradius markiert sind. Nur wenn mindestens eine dieser Bedingungen erfüllt ist, wird die Drehrichtung umgepolt,  $R_S$  um



den Durchmesser des Saugkopfes vergrößert und überprüft, ob  $R_S$  den vorher bestimmten Außenradius  $R_A$  übersteigt. Da in diesem Fall der äußere Rand des Sektors erreicht wurde, wird der Saugmotor gestoppt, der Saugarm wieder auf  $R_i$  eingefahren und der Saugvorgang wie in Bild 10 und Abschnitt „*Beschreibung des Steuerungsverfahrens*“ beschrieben fortgesetzt.

Wenn diese Abbruchbedingung nicht zutrifft wird anschließend versucht, den Saugarm auf  $R_S$  auszufahren, siehe Abschnitt „*Armverlängerung mit eventueller Saugerdrehung*“ und Bild 13. Hierbei wird im Fall eines Hinderniskontaktes die Drehung schrittweise in die aktuelle Richtung fortgesetzt und dann jeweils erneut versucht,  $R_S$  zu erreichen.

Dieses Makro endet bei Erreichung von  $R_S$  bzw. wenn die Auswertung des Winkel-feldes ergibt, daß in Drehrichtung alle zugänglichen Bereiche bereits gesaugt wurden.

Danach erfolgt der Rücksprung zum Makro „*Saugerdrehung mit eventueller Armverkürzung*“, siehe oben.

#### *Saugerdrehung mit eventueller Armverkürzung*

Entsprechend Abb. 12 wird zuerst der Endwinkel der Drehung berechnet, der i. A. ungleich dem linken bzw. rechten Randwinkel  $W_l$  bzw.  $W_r$  ist. Dazu wird überprüft, ob bei einem vorherigen Schwenk in diese Richtung mit kürzerer Armlänge bereits ein Hindernis detektiert wurde. In diesem Fall würde ein zu großer Drehwinkel bewirken, daß der Saugarm erneut an das bereits bekannte Hindernis stößt, allerdings nicht mit dem Saugkopf und dem daran befestigten Berührungssensor, sondern weiter hinten. Das Hindernis könnte dann nur mittels des Blockierungssensors detektiert werden, der allerdings erst bei deutlich größeren Andruckkräften als der Berührungssensor auslöst und für diese Anwendung auch nicht vorgesehen ist (siehe „*Orientierung des Saugers mittels Sensoren*“).

Wurde nach Abschluß der Drehung die Sektorgrenze  $W_l$  bzw.  $W_r$  erreicht, d. h. es trat kein Hindernis auf, erfolgt der sofortige Rücksprung in Abb. 11, siehe vorheriger Abschnitt. Der Rücksprung erfolgt ebenfalls, wenn der Drehstop aufgrund eines bekannten Hindernisses erfolgte, das sich bis zur Sektorgrenze erstreckt, da dann eine Fortsetzung der Drehung mit dem aktuellen Sollradius hinter dem Hindernis nicht möglich ist.

Wenn beide Bedingungen nicht zutreffen, wird der Saugkopf um 1 cm zurückgedreht und der Arm anschließend zurückgezogen, wobei zwei Fälle unterschieden werden:

Falls ein bekanntes aber umgebares Hindernis vorliegt, d. h. die Drehung kann dahinter mit Sollradius fortgesetzt werden, wird der Arm weit genug eingezogen und vor dem Hindernis entlanggedreht. Danach erfolgt der Rücksprung in das vorherige Flußdiagramm.

Falls hingegen das Hindernis mit dem aktuellen Sollradius erstmalig detektiert wurde, muß dessen Kontur exakt abgetastet werden, um die Kante optimal saugen zu können. Deshalb wird in diesem Fall die Armlänge lediglich um 1 cm verringert, und anschließend versucht, den Kopf um eine halbe Kopfbreite weiterzudrehen (Die Sektorgrenzen bilden hierbei jedoch eine absolute Grenze).

Die Radien des Saugarmes im überstrichene Winkelbereich werden anschließend im Winkelfeld gespeichert.

Konnte der Saugarm um die halbe Kopfbreite ohne erneuten Hinderniskontakt gedreht werden oder wurde die jeweilige Sektorgrenze erreicht, wird in Bild 11 zurückgesprungen. Melden die Sensoren jedoch ein neues Hindernis, wird wiederum auf Fortsetzung geprüft, wie weiter oben beschrieben.

#### *Armverlängerung mit eventueller Saugerdrehung*

Zunächst wird entsprechend Abb. 13 versucht, den Saugarm auf den aktuellen Sollwinkel  $R_S$  auszufahren. Hierbei wird nach Abschluß der Armverlängerung der Arm gegen die aktuelle Drehrichtung um maximale eine halbe Kopfbreite bis zum Hinderniskontakt zurückgeschwenkt. Da bei der Umgehung eines Hindernisses die Vorwärtsdrehung in Vielfachen des halben Kopfdurchmessers erfolgt, ist die Rückdrehung erforderlich, um sicherzustellen, daß die Kontur des zu umgehenden Hindernisses exakt abgetastet wird. Die Rückdrehung muß allerdings nur dann ausgeführt werden, falls vorher kein Drehrichtungswechsel erfolgte und wird auch nur dann durchgeführt, wenn der Saugarm um eine bestimmte Mindestlänge ausgefahren werden konnte.

Anschließend wird überprüft, ob der Sollradius erreicht wurde oder ob im Winkelfeld bereits alle folgenden Winkel in Drehrichtung mit einem Radius kleiner als  $R_S$  mar-

kiert sind und damit ein bekanntes Hindernis bis zur Sektorgrenze anzeigen. In beiden Fällen erfolgt der Rücksprung in Bild 11.

Liegt in Drehrichtung ein bekanntes Hindernis, daß allerdings nicht bis zur Sektorgrenze reicht, wird der Saugarm anschließend soweit wie nötig eingezogen, am Hindernis vorbeigedreht und anschließend wieder versucht, zu verlängern.

Andernfalls wird der Saugarm etwas zurückgezogen, bis vom Sensor kein Hindernis mehr detektiert wird, und um eine halbe Kopfbreite weitergedreht. Wenn aufgrund eines Hindernisses keine Drehung möglich war, erfolgt der Rücksprung in Abb. 11.

Konnte der Arm zumindest geringfügig gedreht werden, wird der überstrichene Bereich im Winkelfeld mit den jeweiligen Radien gekennzeichnet, und es erfolgt der Rücksprung zur Verlängerung des Saugarmes wie anfangs beschrieben.

### *Bestimmung der nächsten Saugerposition*

Das Grundprinzip zur Ermittlung der neuen Saugerposition besteht darin, aus der Gesamtheit der insgesamt noch offenen Tasks durch Bewertung verschiedener Kriterien die vom aktuellen Standort jeweils optimale Task herauszufiltern. Wird vom aktuellen Standort aus keine neue Task gefunden, werden anschließend der Reihe nach die vorherigen Saugerpositionen untersucht. Kann von einer dieser alten Positionen eine neue Saugposition ermittelt werden, so wird der Sauger auf diese Position zurückgeführt und von hier aus die neue Position angefahren.

Zu Beginn des Flußdiagramms in Abb. 14 wird die Testposition auf die aktuelle Saugerposition gesetzt. Anschließend werden sämtliche gespeicherten Tasks durchlaufen und überprüft, ob sie als mögliche Fortsetzungen in Frage kommen.

Folgende Bewertungen in der aufgeführten Reihenfolge werden hierbei durchgeführt:

Zuerst wird anhand des Status' im Saugfeld überprüft, ob die gespeicherte Position bereits gesaugt wurde. In diesem Fall wird die entsprechende Task verworfen und gelöscht.

Wurde bereits ein möglicher Kandidat für die nächste Position ermittelt, werden nur noch solche Tasks bewertet, die mindestens dieselbe Priorität aufweisen, vgl. Abschnitt „Beschreibung des Steuerverfahrens“.

Ist diese Bedingung erfüllt, wird anschließend die Entfernung der Task von der aktuellen Testposition berechnet und anhand der Stati im Saugfeld überprüft, ob der Sauger mit seinem Kopf auf geradlinigem Weg zu dieser Position bewegt werden kann. Dazu muß der gesamte vom Sauger zurückzulegende Weg mit dem Status 1  
5 markiert sein und die Task zumindest durch das Ausfahren des Saugarmes erreicht werden können.

Von allen Positionen, die angefahren werden können, wird diejenige gewählt, deren Priorität entweder höher ist als die bisher gewählte, oder die bei gleicher Priorität den größeren x-Koordinatenwert aufweist. Durch dieses Kriterium ist sichergestellt, daß  
10 die zu saugende Fläche immer von hinten nach vorn gesaugt wird.

Konnte nach Überprüfung sämtlicher gespeicherter Tasks keine anfahrbare Position ermittelt werden, wird die Testposition auf die jeweils vorherige Saugerposition gesetzt und von dort wiederum eine Schleife über alle Tasks durchlaufen.

Falls von keiner der früheren Saugerpositionen eine Fortsetzung mehr möglich ist,  
15 entweder weil bereits alle Tasks bearbeitet wurden oder weil die noch offenen Tasks vom Sauger nicht erreicht werden können, bricht der Saugvorgang ab.

Andernfalls wird überprüft, ob die Testposition, von der aus eine Task gefunden wurde, gleich der aktuellen Saugerposition ist. Während in diesem Fall die neue Position nach Drehung des Saugers in die entsprechende Richtung direkt angefahren werden  
20 kann, muß in allen anderen Fällen der Sauger zuerst auf die Testposition zurückgesetzt werden.

Hierbei wird bei mehreren auszuführenden Rücksetzoperationen eine Wegoptimierung durchgeführt, indem für jede Zwischenposition überprüft wird, ob sie übersprungen und der Sauger eventuell direkt von seiner aktuellen- auf diejenige Position  
25 zurückgefahren werden kann, von der aus anschließend die neue Saugerposition angenommen wird. Bedingung für eine mögliche 'Abkürzung' ist wiederum, daß der Sauger nur Bereiche überfahren darf, die im Saugfeld mit dem Status 1 markiert sind, um Kollisionen mit Hindernissen zu vermeiden.

## Abbildungen

- Abb. 1: Ansicht des Saugers
- Abb. 2: Aufsicht des Saugers
- Abb. 3: Längsschnitt des Saugkopfes
- Abb. 4: Aufsicht des Saugkopfes
- Abb. 5: Antrieb mit Blockierungssensor
- Abb. 6: Wegsteuerung beim Sektorsaugen
- Abb. 7: Sektorsaugbereich bei vorhandenen Hindernissen
- Abb. 8: Aneinanderreihung von Sektorsaugbereichen
- Abb. 9: Speicherung der gesaugten Bereiche
- Abb. 10: Gesamtflußdiagramm der Saugersteuerung
- Abb. 11: Flußdiagramm 'Saugen des voraus liegenden Sektors'
- Abb. 12: Flußdiagramm 'Saugerdrehung mit eventueller Armverkürzung'
- Abb. 13: Flußdiagramm 'Armverlängerung mit eventueller Saugerdrehung'
- Abb. 14: Flußdiagramm 'Bestimmung einer neuen Saugerposition'

## Patentansprüche

1. Verfahren zum selbsttätigen Steuern eines selbstfahrenden Gerätes, insbesondere eines Staubsaugers, mit Abstands- bzw. Kontaktsensoren, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß ein Nahbereich um die Vorrichtung festgelegt und abgeta-  
5 stet wird, an den Grenzen dieses Nahbereiches mögliche neue Positionen für das  
Gerät gespeichert werden, anschließend nach Auswahl einer der im aktuellen oder  
früheren Schritt gespeicherten Positionen, abhängig vom Grad der Erreichbarkeit,  
einer zugeordneten Priorität und unter Berücksichtigung des Vorhandenseins von  
noch nicht abgetasteter Fläche im Bereich der möglichen neuen Positionen, die ge-  
10 wählte Position angefahren wird, und daß danach die beschriebene Abfolge der  
Verfahrensschritte solange wiederholt wird, bis eine vorgegebene Gesamtfläche voll-  
ständig überstrichen wurde oder keine Position mehr ausgewählt werden kann.
2. Verfahren zum selbsttätigen Steuern eines selbstfahrenden Gerätes, insbesondere  
eines Staubsauger, mit Abstands- bzw. Kontaktsensoren, d a d u r c h g e -  
15 k e n n z e i c h n e t , daß die von den Sensoren abgetastete Bodenfläche in ein  
zweidimensionales Datenfeld abgebildet wird, um hierin während der Abtastung er-  
kannte Hindernisse, freie Bereiche sowie mögliche neue Positionen für die Vorrich-  
tung durch bestimmte Stati zu markieren, und daß dieses Feld, in dem somit suk-  
zessive ein Abbild der zugänglichen Bodenfläche mit den Konturen sämtlicher Hin-  
20 dernisse und der begrenzenden Ränder entsteht, zur Festlegung von Steuerpara-  
meter für die Vorrichtung sowie zur Kontrolle der bereits überstrichenen Fläche dient.
3. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der  
Nahbereich durch die Reichweite der Sensoren festgelegt ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach  
25 dem Detektieren eines Hindernisses durch einen Sensor die exakte Position des  
Hindernisses durch Berücksichtigung der Abtastrichtung ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach der  
Abtastung des Nahbereiches nur dort neue Positionen gespeichert werden, wo keine  
Hindernisse detektiert wurden und auch keine Flächenbereiche angrenzen, die be-  
30 reits von einer früheren Position des Gerätes aus abgetastet wurden.
6. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß bei der  
Abbildung eines Punktes (x, y) in das Datenfeld mit den Dimensionen x\_max und

y\_max für negative Koordinaten eine Transformation in einen positiven Koordinatenbereich, z. B. durch Bildung von  $x_{\max} - |x|$  bzw.  $y_{\max} - |y|$ , erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der erneuten Abtastung eines bereits im Datenfeld markierten Bereiches sämtliche Stati dieser Fläche entsprechend den neuen Sensordaten aktualisiert werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Auswahl einer neuen Position für die Vorrichtung nur solche Positionen berücksichtigt werden, die im Datenfeld nicht als bereits abgetastet markiert sind.

9. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Speicherung von neuen Positionen verschiedene Prioritäten für diese Positionen vergeben werden, und daß bei der Auswahl einer neuen Position für die Vorrichtung nur solche Positionen berücksichtigt werden, deren Priorität diejenige einer bereits vorläufig im aktuellen Verfahrensschritt ausgewählten Position nicht unterschreitet.

10. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Auswahl einer neuen Position nur solche Positionen berücksichtigt werden, die in einer bestimmten Teilfläche liegen, und daß diese Teilfläche während des Ablaufs des Verfahrens modifiziert wird, falls innerhalb der aktuellen Teilfläche keine neue Position ausgewählt werden kann.

11. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Auswahl einer neuen Position der Abstand zwischen einer möglichen neuen Position und der jeweils aktuellen Position der Vorrichtung berücksichtigt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Auswahl einer neuen Position die Richtung, in der eine mögliche neuen Position von der jeweils aktuellen Position der Vorrichtung aus liegt, berücksichtigt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Auswahl einer neuen Position die zurückgelegte Distanz seit der Speicherung einer Position berücksichtigt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Auswahl einer neuen Position für die Vorrichtung durch Auswertung des Datenfeldes sichergestellt wird, daß die neue Position von der Vorrichtung auf direktem Weg erreichbar ist, wobei nur Bereiche überfahren werden dürfen, die bereits abgetastet wurden und nicht als Hindernis markiert sind.

15. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach der Auswahl einer neuen Position durch Auswertung des Datenfeldes die kürzeste Route dorthin innerhalb der bereits abgetasteten Fläche unter Umgehung von Hindernissen bestimmt und die Vorrichtung entlang dieser Route bewegt wird.
- 5 16. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Vorrichtung auf beliebige vorherige Positionen zurückgesetzt werden kann und beim Zurücksetzen der Vorrichtung über mehrere vorherige Positionen bestimmte Zwischenpositionen übersprungen werden können, falls eine Überprüfung im Datenfeld ergibt, daß die Vorrichtung während ihrer Bewegung keine als Hindernis markierten Bereiche überfahren muß.
- 10 17. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß, falls ein unerwartetes Hindernis die Bewegung der Vorrichtung blockiert, diese die Konturen des Hindernisses durch Abtastung mit den Sensoren ermittelt.
18. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
15 nach dem Anfahren einer neuen Position der neue Nahbereich durch Auswertung des Datenfeldes so bestimmt wird, daß nur eine geringe Überlappung mit bereits abgetasteten Nachbarbereichen auftritt.
19. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Abtastung des Nahbereiches durch Bewegung der gesamten Vorrichtung oder eines  
20 Teiles derselben erfolgt.
20. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß während der Abtastung gleichzeitig die Bodenfläche gereinigt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Abtastung durch einen beweglichen Arm so erfolgt, daß noch nicht abgetastete  
25 Flächen zuerst vom vorderen Ende des Armes überstrichen werden.
22. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Abtastung durch einen beweglichen Arm erfolgt, dessen vorderes Ende in geringst möglichem Abstand an detektierten Hindernissen entlanggeführt wird.
23. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Abtastung durch einen beweglichen Arm erfolgt und der Nahbereich um die Vorrichtung  
30 in Form eines Kreissektors gewählt wird.



24. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Abtastung durch wiederholte Links- und Rechtsdrehung der Vorrichtung mit jeweils vergrößerter Länge eines beweglichen Armes erfolgt.
25. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
5 die Abtastung durch wiederholte Links- und Rechtsdrehung der Vorrichtung mit jeweils vergrößerter Länge eines beweglichen Armes erfolgt und hierbei durch Verkürzung des Armes im Winkelbereich von bereits detektierten Hindernissen eine mehrfache Abtastung derselben vermieden wird.
26. Verfahren nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß durch  
10 Auswertung der Information im Datenfeld die Reinigung der Bodenfläche nur in denjenigen Bereichen erfolgt, die im Datenfeld als noch nicht gereinigt markiert sind.
27. Vorrichtung, insbesondere Staubsauger zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26 mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw. steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren sowie einem ausfahrbaren Arm mit an  
15 dessen vorderen Ende angeordnetem Kopf, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß neben zwei angetriebenen Rädern als dritter Auflagepunkt der Kopf dient, der sich z. B. auf Walzen, Kugeln, Räder oder Borsten abstützt.
28. Vorrichtung, insbesondere Staubsauger zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26 mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw.  
20 steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren sowie einem ausfahrbaren Arm mit an dessen vorderen Ende angeordnetem Kopf, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß am Kopf mindestens eine angetriebene Tellerbürste angeordnet ist.
29. Vorrichtung, insbesondere Staubsauger zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26 mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw.  
25 steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren sowie einem ausfahrbaren Arm mit an dessen vorderen Ende angeordnetem Kopf, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß im Bereich des Kopfes Kontakt- und Abstandssensoren angeordnet sind, mit denen sowohl Hindernisse für die Bewegung des Armes detektiert werden können, als auch solche Hindernisse, die zwar nicht den Arm aber die Bewegung der Vorrichtung blockieren.  
30
30. Vorrichtung, insbesondere Staubsauger zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 26 mit angetriebenen Rädern und Steuerrädern bzw. steuerbaren Antriebsrädern und Sensoren, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Antriebe, z. B. über Schneckengetriebe, elastisch mit dem jeweiligen Rad verbunden sind, wobei die bei einer Blockierung der Vorrichtung durch ein Hindernis auftretende Verschiebung der Antriebe einen elektrischen Stromkreis schließt.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27, 28, oder 29, d a d u r c h g e k e n n -  
5 z e i c h n e t , daß der Arm als Teleskoparm ausgeführt ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27, 28 oder 29, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß der Arm einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 27, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß durch Gewichtsverlagerung der Aufsetzdruck des Kopfes variiert werden kann.

10 34. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß der Arm als Teleskoparm ausgeführt ist, der an seinem hinteren Ende um eine horizontale Achse drehbar bzw. vertikal beweglich gelagert ist.

35. Vorrichtung nach Anspruch 28, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Antrieb der Bürste(n), z. B. über eine verschiebbare Welle, durch einen Motor erfolgt,  
15 der auf der Grundfläche der Vorrichtung angebracht ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 28, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mindestens eine Bürste schräg nach innen gerichtete Borsten aufweist und mit einem dichten Kranz schräg nach außen geneigter weicher Borsten umgeben ist.

37. Vorrichtung nach Anspruch 29, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein  
20 Kontaktsensor so ausgeführt ist, daß um den Kopf des Armes herum in geringem gegenseitigen Abstand zwei elektrische Leiter angebracht sind, von denen der äußere bei Kontakt mit einem Hindernis elastisch an den inneren herangedrückt wird und hierdurch einen elektrischen Stromkreis schließt.

38. Vorrichtung nach Anspruch 29, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein  
25 Abstandssensor, z. B. durch Ultraschall oder mittels elektromagnetischer Wellen die lichte Höhe oberhalb des Kopfes mißt.

39. Vorrichtung nach Anspruch 29, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Sensor, z. B. in Form eines mechanischen Tasters oder berührungslos, Stufen im Bodenbelag detektiert.

30 40. Verfahren nach Anspruch 30, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach dem Auslösen des Blockierungssensors die Vorrichtung soweit zurückgesetzt wird bis keine Blockierung mehr angezeigt wird, und anschließend ein erneutes Vorsetzen mit reduzierter Geschwindigkeit erfolgt.

1/10

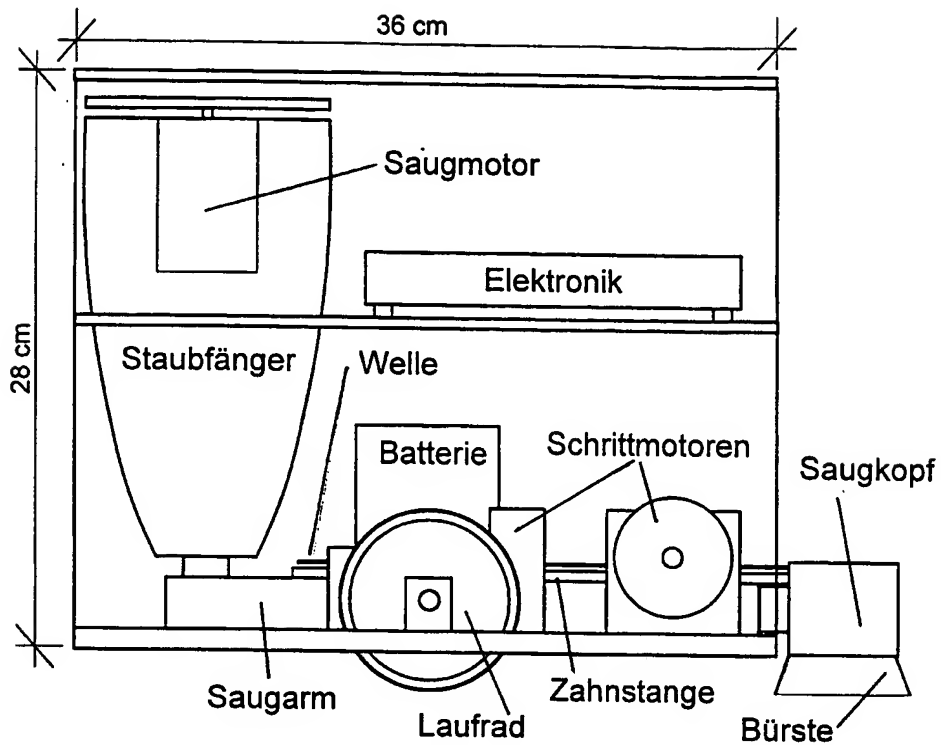


Abb. 1

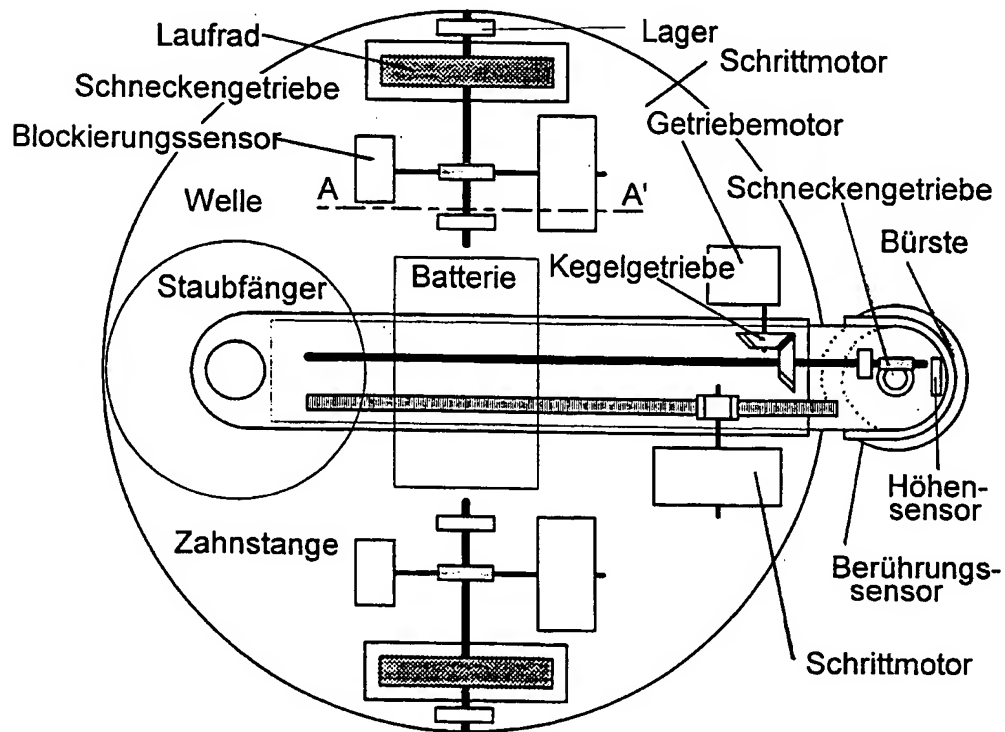


Abb. 2

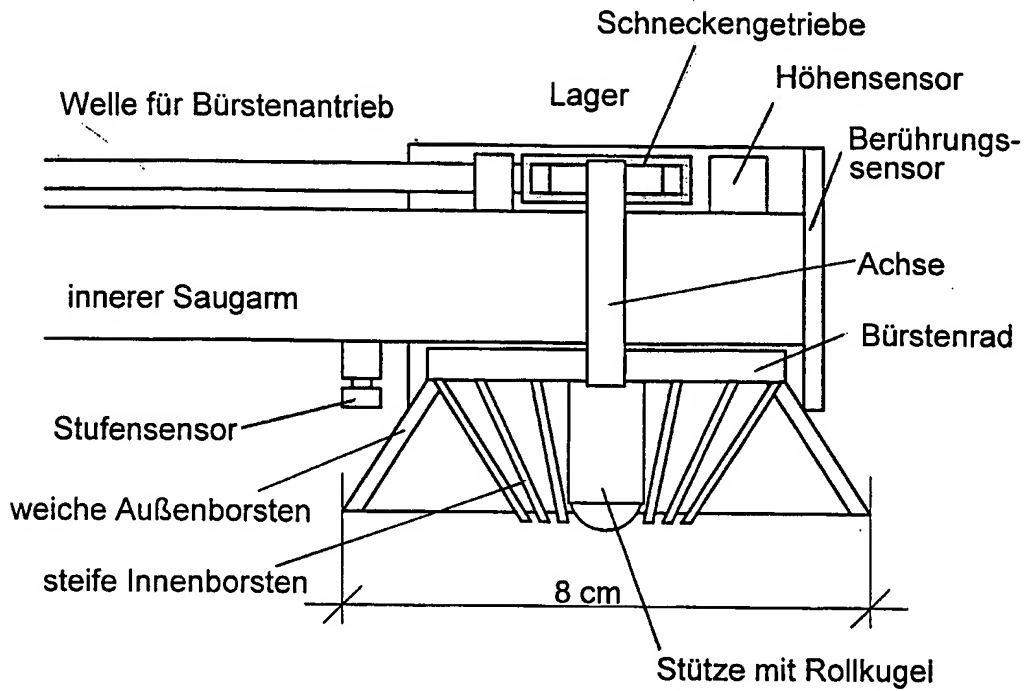


Abb. 3

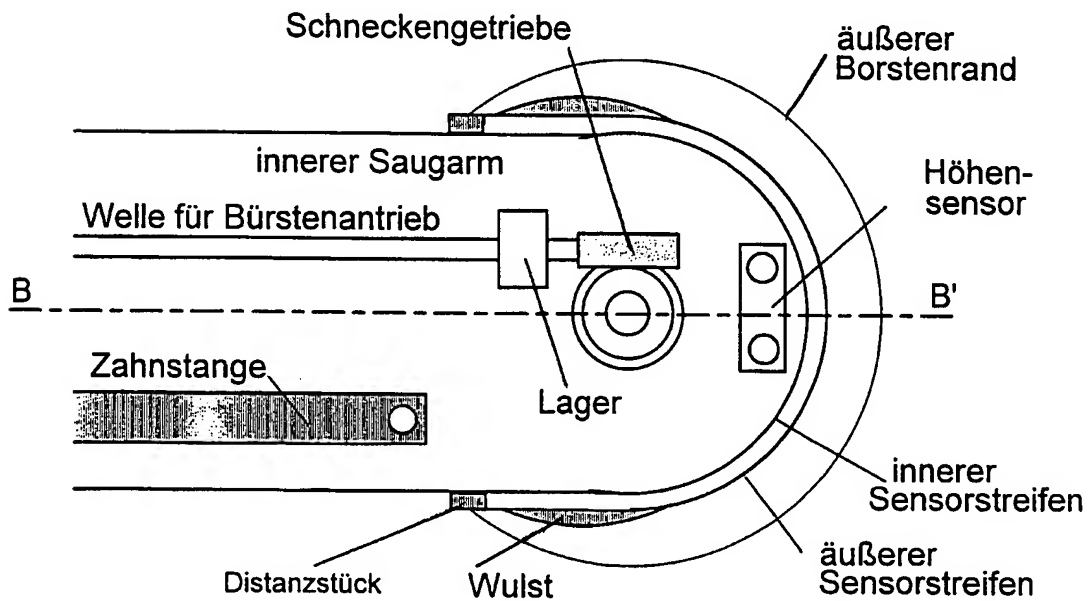


Abb. 4

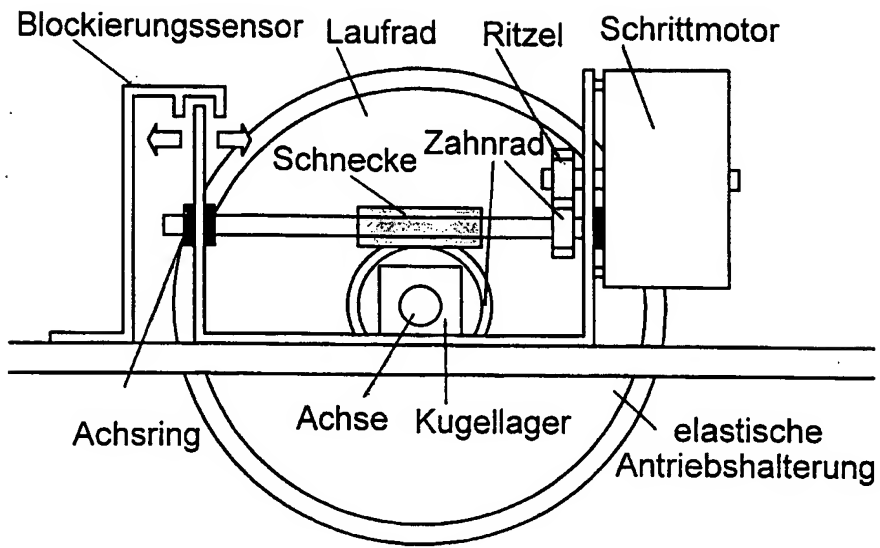


Abb. 5

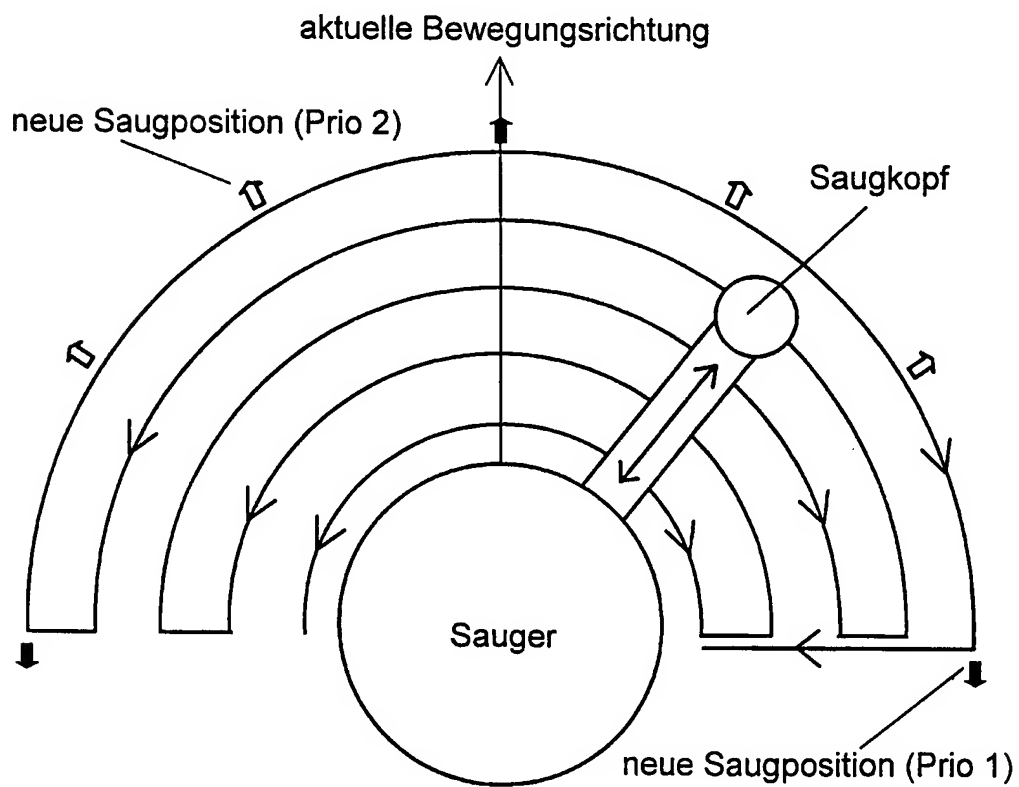


Abb. 6

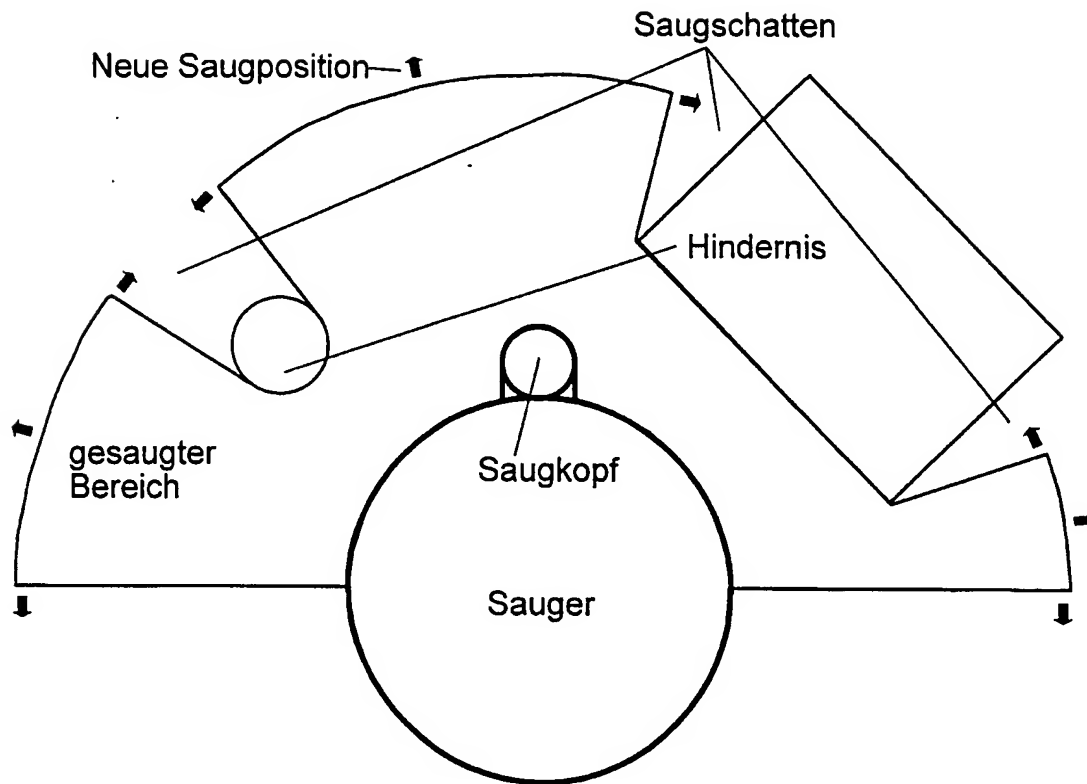


Abb. 7

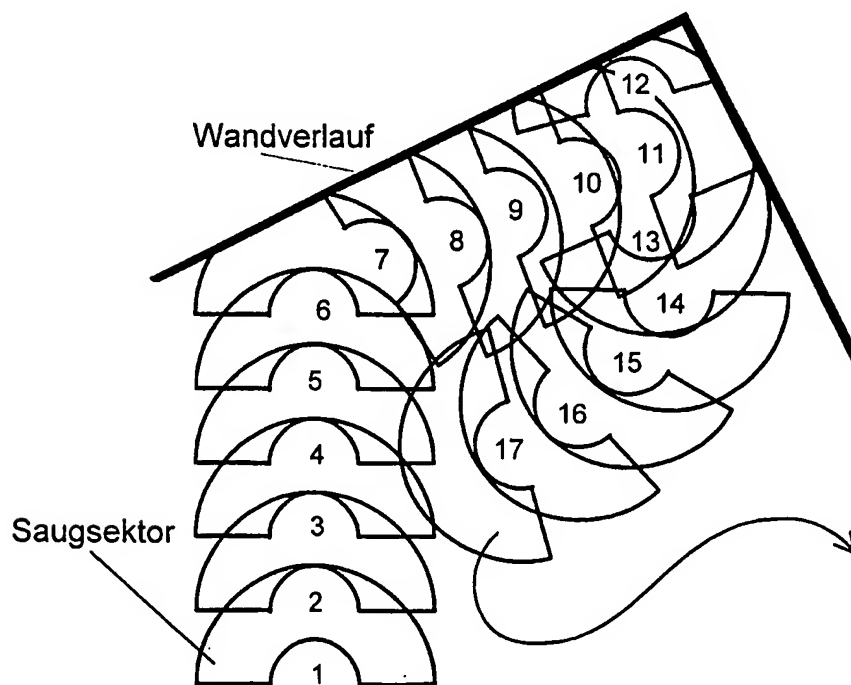


Abb. 8

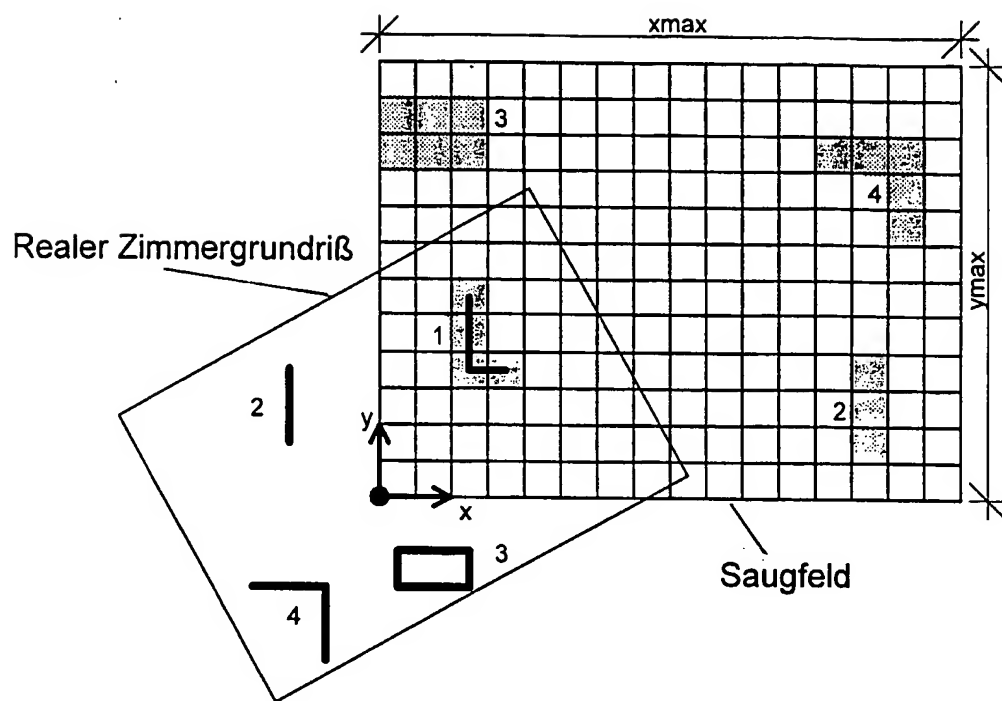


Abb. 9

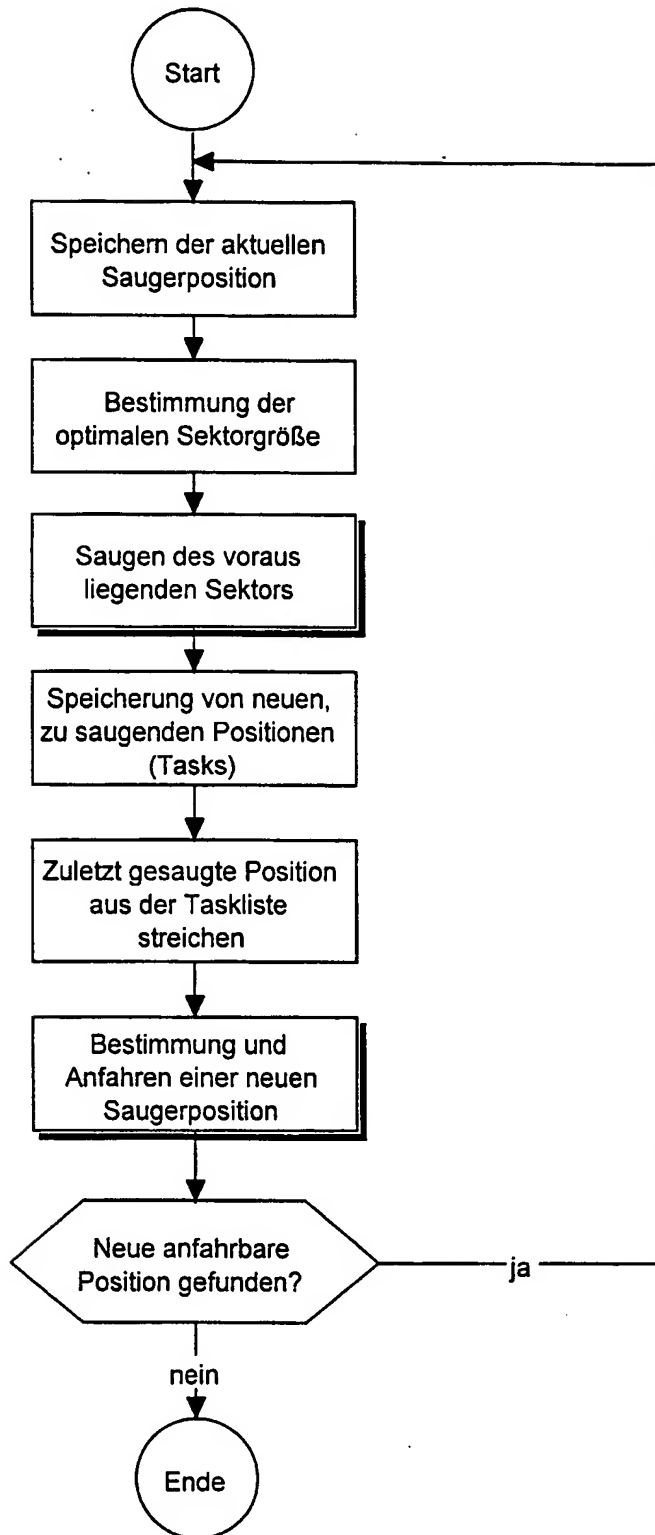


Abb. 10



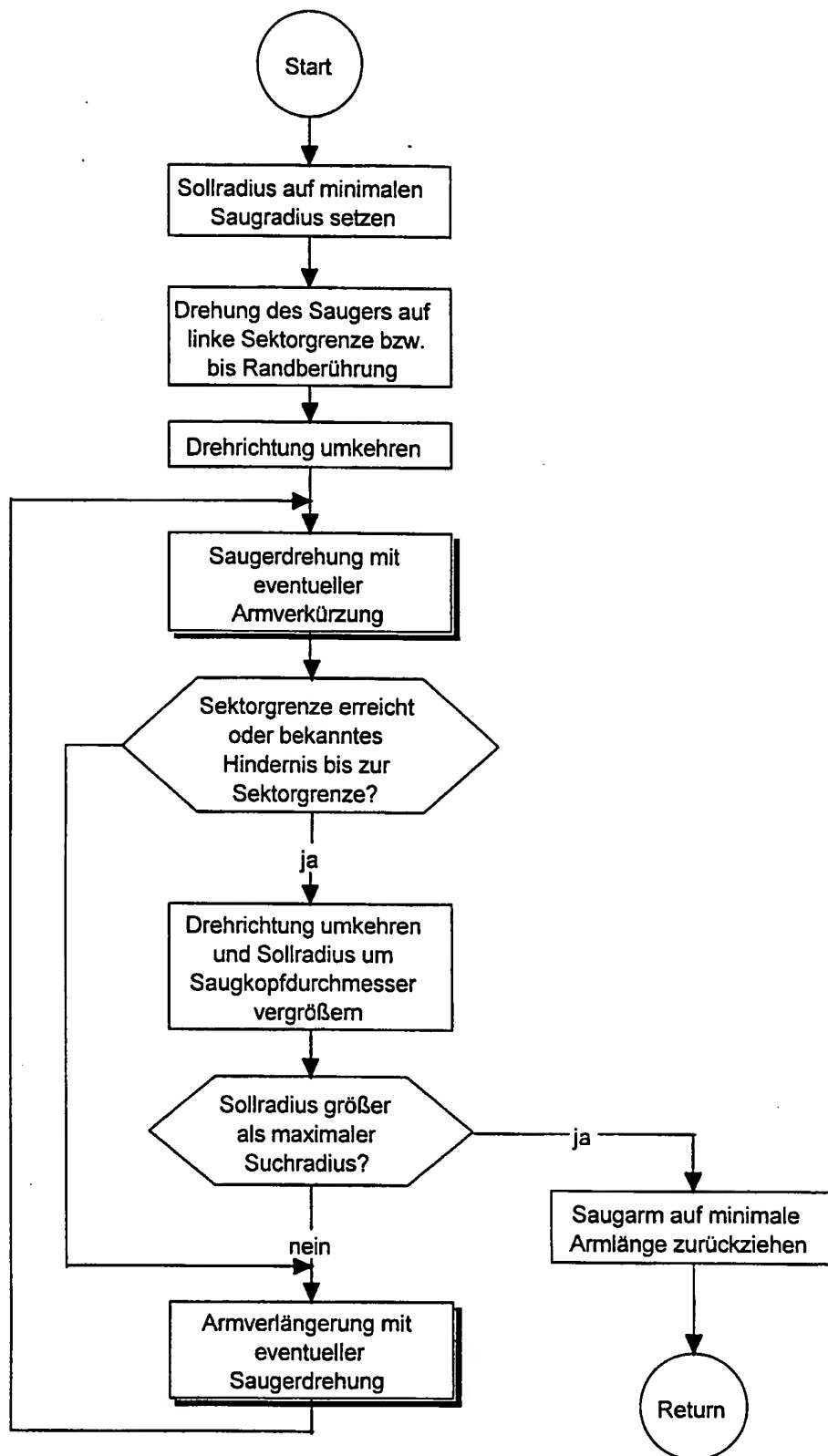


Abb. 11

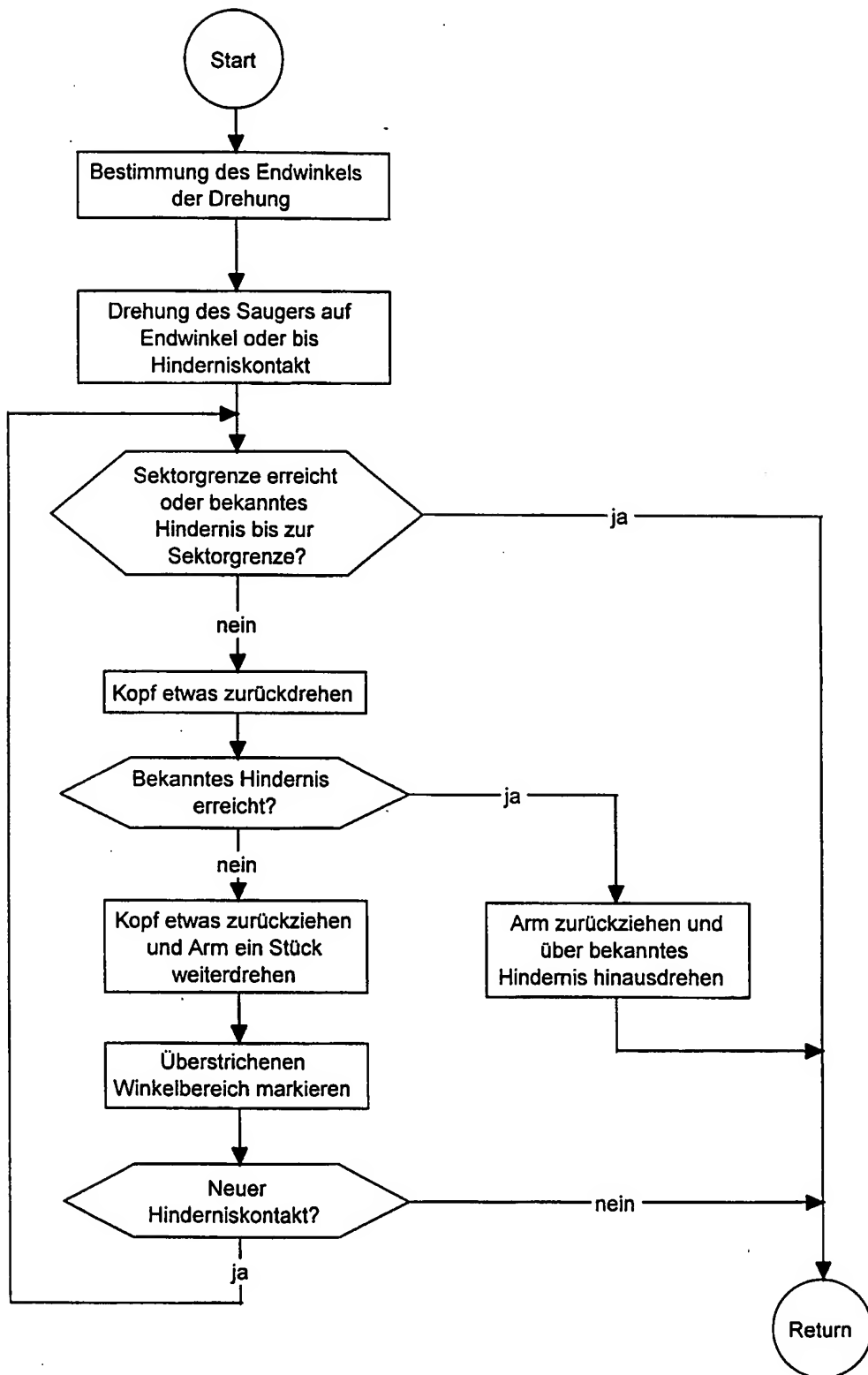


Abb. 12

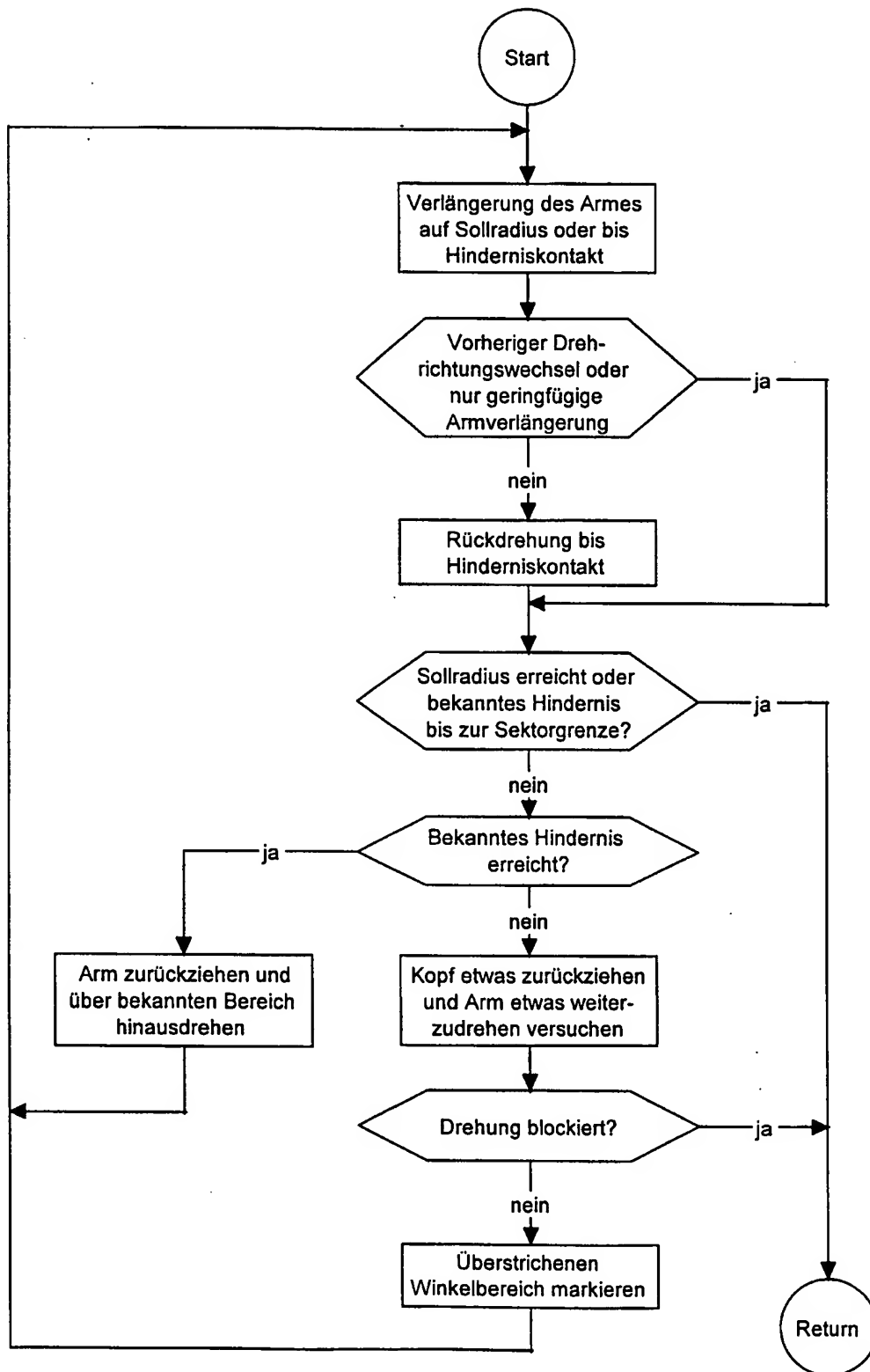


Abb. 13

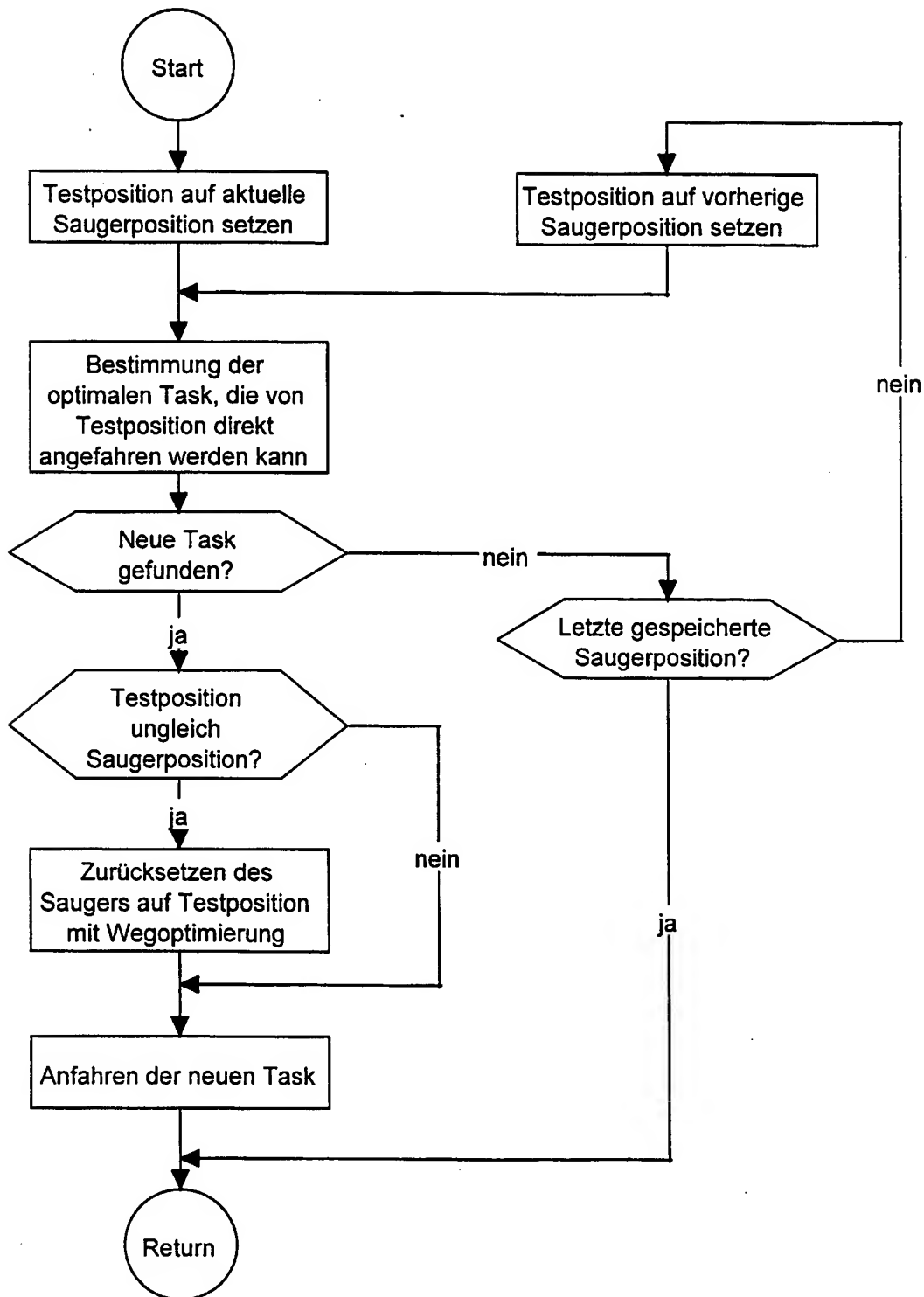


Abb. 14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 99/02276

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 A47L11/40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 A47L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 382 693 A (TRANSITIONS RESEARCH CORP) 16 August 1990 (1990-08-16)	1-5,8,9, 14,18-20
Y	column 2, line 40 -column 5, line 1 column 5, line 36 -column 12, line 56	6,7,27, 29
Y	US 5 677 836 A (BAUER RUDOLF) 14 October 1997 (1997-10-14)	6,7
A	column 1, line 40 -column 4, line 35	1
Y	US 5 696 675 A (KAWAKAMI YUICHI ET AL) 9 December 1997 (1997-12-09)	27,29
A	column 2, line 53 -column 4, line 30	21-25, 28,30-40
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center;">20 January 2000</div>		Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center;">28/01/2000</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <div style="text-align: center;">Laue, F</div>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02276

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 697 098 A (SN ENO) 22 April 1994 (1994-04-22) page 1, line 30 -page 9, line 5; figures 1,2	1,27-40
A	US 5 440 216 A (KIM TAE-SIG) 8 August 1995 (1995-08-08) cited in the application	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/02276

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0382693 A	16-08-1990	US 4962453 A DE 69013531 D DE 69013531 T JP 3000027 A US 4958068 A US 4968878 A	09-10-1990 01-12-1994 02-03-1995 07-01-1991 18-09-1990 06-11-1990
US 5677836 A	14-10-1997	DE 4408328 A JP 7295634 A	21-09-1995 10-11-1995
US 5696675 A	09-12-1997	JP 8016241 A	19-01-1996
FR 2697098 A	22-04-1994	AT 156276 T DE 69312726 D DE 69312726 T EP 0664018 A WO 9408280 A JP 8504521 T	15-08-1997 04-09-1997 19-03-1998 26-07-1995 14-04-1994 14-05-1996
US 5440216 A	08-08-1995	DE 4340771 A GB 2278937 A,B GB 2313190 A,B GB 2313213 A,B GB 2313191 A,B JP 7008428 A	15-12-1994 14-12-1994 19-11-1997 19-11-1997 19-11-1997 13-01-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Nationales Abkürzungen

PCT/DE 99/02276

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 A47L11/40

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 A47L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 382 693 A (TRANSITIONS RESEARCH CORP) 16. August 1990 (1990-08-16)	1-5, 8, 9, 14, 18-20
Y	Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 1 Spalte 5, Zeile 36 - Spalte 12, Zeile 56	6, 7, 27, 29
Y	US 5 677 836 A (BAUER RUDOLF) 14. Oktober 1997 (1997-10-14)	6, 7
A	Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 35	1
Y	US 5 696 675 A (KAWAKAMI YUICHI ET AL) 9. Dezember 1997 (1997-12-09)	27, 29
A	Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 30	21-25, 28, 30-40
	— — — — — — / —	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Januar 2000

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

28/01/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Laue, F



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. donales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02276

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 697 098 A (SN ENO) 22. April 1994 (1994-04-22) Seite 1, Zeile 30 -Seite 9, Zeile 5; Abbildungen 1,2	1,27-40
A	US 5 440 216 A (KIM TAE-SIG) 8. August 1995 (1995-08-08) in der Anmeldung erwähnt	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Akterzeichen

PCT/DE 99/02276

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0382693 A	16-08-1990	US 4962453 A	09-10-1990
		DE 69013531 D	01-12-1994
		DE 69013531 T	02-03-1995
		JP 3000027 A	07-01-1991
		US 4958068 A	18-09-1990
		US 4968878 A	06-11-1990
US 5677836 A	14-10-1997	DE 4408328 A	21-09-1995
		JP 7295634 A	10-11-1995
US 5696675 A	09-12-1997	JP 8016241 A	19-01-1996
FR 2697098 A	22-04-1994	AT 156276 T	15-08-1997
		DE 69312726 D	04-09-1997
		DE 69312726 T	19-03-1998
		EP 0664018 A	26-07-1995
		WO 9408280 A	14-04-1994
		JP 8504521 T	14-05-1996
US 5440216 A	08-08-1995	DE 4340771 A	15-12-1994
		GB 2278937 A,B	14-12-1994
		GB 2313190 A,B	19-11-1997
		GB 2313213 A,B	19-11-1997
		GB 2313191 A,B	19-11-1997
		JP 7008428 A	13-01-1995